

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-032641

(43)Date of publication of application : 31.01.2003

(51)Int.Cl.

H04N 7/08
G09C 5/00
H04N 7/081

(21)Application number : 2002-123174

(71)Applicant : MICROSOFT CORP

(22)Date of filing : 24.04.2002

(72)Inventor : VENKATESAN RAMARATHNAM
MIHCAK M KIVANC

(30)Priority

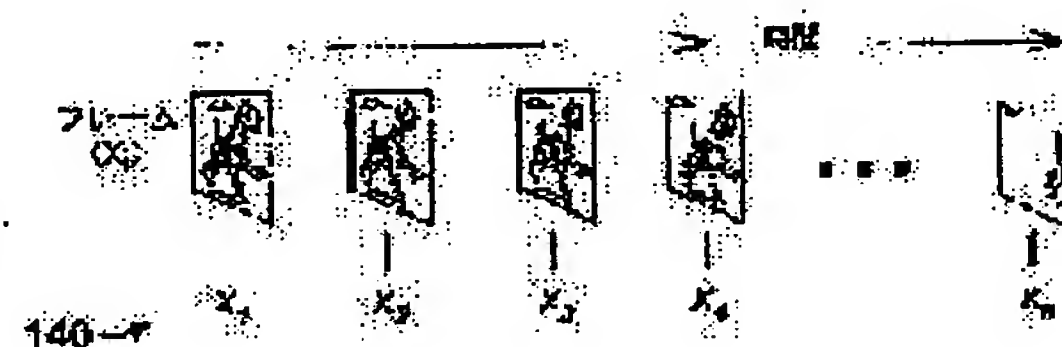
Priority number : 2001 843287 Priority date : 24.04.2001 Priority country : US

(54) METHOD FOR FACILITATING INSERTION OF INFORMATION IN VIDEO SIGNAL AND METHOD FOR FACILITATING PROTECTION OF VIDEO SIGNAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To explain execution of a technique regarding right protection of contents of video sequence.

SOLUTION: This technique mentions generally a technique wherein burying of an asynchronization coping watermark which can not be acknowledged in video sequence is facilitated, and detection of such a watermark is facilitated. The watermark has resistance to amendment which is unintentional or intentional, and especially has resistance to asynchronization. The watermark is invisible in sense. Since the watermark is hidden in video, flicker is restrained to a minimum or excluded. More concretely, in this technique, a watermark (or a part of it) which is in one frame of continuous frames or extended along a plurality of regions is hidden. In each of the regions, a center defined by hash value exists. The watermark (or a part of it) is encoded in the region by using PLATO system. The watermark (or a part of it) is encoded perfectly in a frame surrounding the center of the region and disappears gradually toward an edge of the region. In this summary, an intension restricting the range of this patent does not exist. The range of this invention is indicated in attached claims.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.04.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 7/08		G 0 9 C 5/00	5 C 0 6 3
G 0 9 C 5/00		H 0 4 N 7/08	Z 5 J 1 0 4
H 0 4 N 7/081			

審査請求 未請求 請求項の数48 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2002-123174(P2002-123174)	(71) 出願人	391055933 マイクロソフト コーポレーション MICROSOFT CORPORATI ON アメリカ合衆国 ワシントン州 98052- 6399 レッドモンド ワン マイクロソフ ト ウェイ (番地なし)
(22) 出願日	平成14年4月24日(2002. 4. 24)	(74) 代理人	100077481 弁理士 谷 義一 (外2名)
(31) 優先権主張番号	0 9 / 8 4 3 , 2 8 7		
(32) 優先日	平成13年4月24日(2001. 4. 24)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

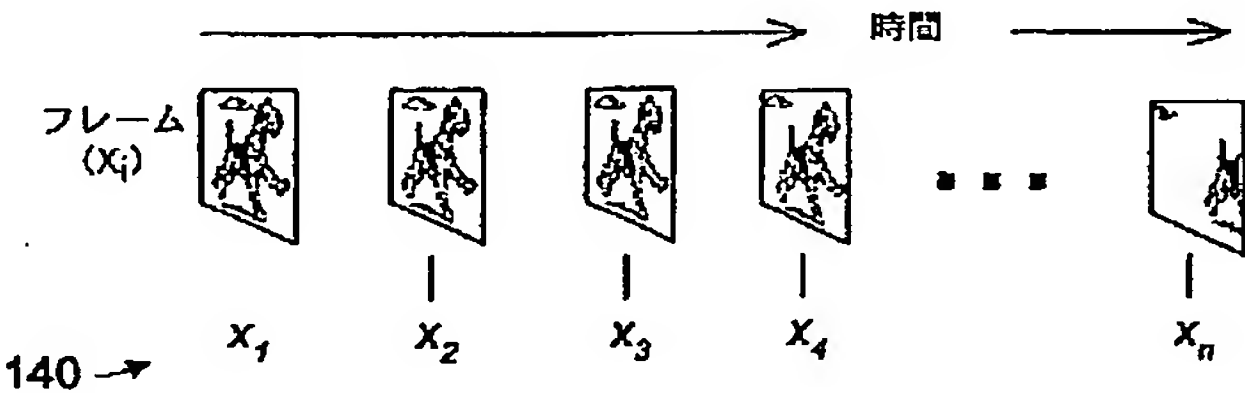
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビデオ信号に情報を挿入することを容易にするための方法およびビデオ信号を保護することを容易にするための方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明では、ビデオシーケンスの内容の権利保護に関する技術の実施を説明する。

【解決手段】 この技術はさらに、一般に、ビデオシーケンス内に認知できない、非同期化対抗透かしの埋め込みを容易にし、このような透かしの検出を容易にする技術に関する。これらの透かしは、故意でない修正および故意の修正に対し抵抗がある。特に、透かしは、非同期化に抵抗がある。さらに、これらの透かしは知覚的に不可視である。透かしはビデオ内に隠されるため、フリッカが最小限に抑えられるか、または排除される。より具体的には、この技術では、連続フレームの1つまたは複数の領域にわたる透かし（またはその一部）を隠す。各領域には、ハッシュ値で定義された中心がある。透かし（その一部）は、「プラトー」方式で領域内にエンコードされる。透かし（その一部）は、領域の中心を囲むフレーム内に完全にエンコードされるが、領域の縁に向かって次第に消える。この要約自体に、本特許の範囲を制限する意図はない。本発明の範囲は、付属の請求項の中で指摘されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ビデオ信号に情報を挿入することを容易にするための方法であって、

前記ビデオ信号の 1 つまたは複数の領域内で情報パターンを埋め込み、領域は複数の連続するフレームからなるステップを備え、

1 つまたは複数の領域について、前記情報パターンを相対的強度を有する領域のフレームに埋め込み、その領域の 1 つまたは複数のフレームは、前記領域の他のフレームに埋め込まれた前記パターンの相対的強度と異なる相対的強度を有するパターンが埋め込まれることを特徴とする方法。

【請求項 2】 ビデオ信号の保護を容易にし、前記情報パターンは透かしであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 前記ビデオ信号の前記 1 つまたは複数の領域を突き止めて、そこに情報パターンを埋め込むステップをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】 前記ビデオ信号の前記 1 つまたは複数の領域をランダムに突き止めて、そこに情報パターンを埋め込むステップをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】 前記信号のフレームをランダムに選択することにより前記ビデオ信号の前記 1 つまたは複数の領域を突き止めるステップをさらに備え、前記領域の各々は、前記選択されたフレームの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】 前記ビデオ信号の前記 1 つまたは複数の領域の寸法を指定するステップをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】 前記ビデオ信号の 1 つまたは複数の前記領域の 1 つまたは複数のフレームのハッシュ値を決定するステップをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】 前記ビデオ信号の 1 つまたは複数の前記領域の 1 つまたは複数のフレームのハッシュ値を決定するステップと、
前記ビデオ信号と関連して前記ハッシュ値を持続するステップとをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】 1 つまたは複数の領域について、前記情報パターンをプラトー形状方式で領域のフレーム内に埋め込むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】 1 つまたは複数の領域について、前記複数の領域の連続するフレームのグループ内に埋め込まれた情報パターンの前記相対的強度は実質的に同一であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】 1 つまたは複数の領域について、前記複数の領域の連続するフレームのグループ内に埋め込ま

れた情報パターンの前記相対的強度は近似的に同様であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】 1 つまたは複数の領域について、前記複数の領域の連続するフレームのグループ内に埋め込まれた情報パターンの前記相対的強度は勾配であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】 請求項 1 に記載の方法に従って生成されることを特徴とする変調されたビデオ信号。

【請求項 14】 コンピュータによって実行されたときに請求項 1 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とするコンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 15】 前記コンピュータによって実行されたときに請求項 1 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする 1 つまたは複数のコンピュータ読み取り可能媒体を備えるコンピュータ。

【請求項 16】 ビデオ信号を保護することを容易にするための方法であって、

ビデオ信号の 1 つまたは複数の透かし領域を突き止めて、そこに透かしを埋め込み、領域は複数の連続するフレームからなるステップと、

1 つまたは複数の透かし領域について、近似的プラトー形状方式で透かし領域に透かしを埋め込むステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項 17】 前記透かしを相対的強度を有する領域のフレームに埋め込み、その領域の 1 つまたは複数のフレームは、その領域の他のフレームに埋め込まれた前記透かしの相対的強度と異なる相対的強度を有する透かしが埋め込まれることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】 前記突き止めるステップは前記 1 つまたは複数の領域をランダムに突き止めるステップを備えることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】 前記突き止めるステップが前記信号のフレームをランダムに選択することにより前記 1 つまたは複数の領域をランダムに突き止めるステップを備え、前記領域の各々は、前記選択されたフレームの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 20】 前記ビデオ信号の前記 1 つまたは複数の領域の寸法を指定するステップをさらに備えることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 21】 前記ビデオ信号の 1 つまたは複数の前記領域の 1 つまたは複数のフレームのハッシュ値を決定するステップをさらに備えることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 22】 前記ビデオ信号の 1 つまたは複数の領域の 1 つまたは複数のフレームのハッシュ値を決定するステップと、
前記ビデオ信号と関連して前記ハッシュ値を持続するス

テップとをさらに備えることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 23】 1 つまたは複数の領域について、前記情報パターンをプラトー形状方式で領域のフレーム内に埋め込むことを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 24】 1 つまたは複数の領域について、前記複数の領域の連続するフレームのグループ内に埋め込まれた情報パターンの前記相対的強度が実質的に同一であることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 25】 1 つまたは複数の領域について、前記複数の領域の連続するフレームのグループ内に埋め込まれた情報パターンの前記相対的強度は近似的に同様であることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 26】 1 つまたは複数の領域について、前記複数の領域の連続するフレームのグループ内に埋め込まれた情報パターンの前記相対的強度は勾配であることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 27】 請求項 16 に記載の方法に従って生成されることを特徴とする変調されたビデオ信号。

【請求項 28】 コンピュータによって実行されたときに請求項 16 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とするコンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 29】 前記コンピュータによって実行されたときに請求項 16 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする 1 つまたは複数のコンピュータ読み取り可能媒体を備えるコンピュータ。

【請求項 30】 ビデオ信号を保護することを容易にするための方法であって、透かしを有するビデオ信号の領域の 1 つまたは複数のフレームを完全にエンコードし、前記フレームは、マークされていないフレームに関して前記透かしとともに完全にエンコードされるステップと、前記透かしの入っている前記領域の 1 つまたは複数のフレームを部分的にエンコードし、前記フレームは、前記完全なエンコーディングの前記フレームに関して前記透かしとともに部分的にエンコードされるステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項 31】 請求項 30 に記載の方法に従って生成されることを特徴とする変調されたビデオ信号。

【請求項 32】 コンピュータによって実行されたときに請求項 30 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とするコンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 33】 前記コンピュータによって実行されたときに請求項 30 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする 1 つまたは複数のコンピュータ読み取り可能媒体を備えるコンピュータ。

【請求項 34】 ビデオ信号を保護することを容易にするための方法であって、

透かしの入っているビデオ信号の領域の 1 つまたは複数のフレームを完全にエンコードし、前記フレームはマークされていないフレームに関して前記透かしとともに完全にエンコードされるステップと、

前記透かしの入っている前記領域の少なくとも 1 つの複数の連続するフレームを勾配エンコードし、前記複数のフレームを、前記マークされていないフレームと前記完全なエンコードの前記完全にエンコードされたフレームに関して前記透かしとともに勾配エンコードするステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項 35】 請求項 34 に記載の方法に従って生成されることを特徴とする変調されたビデオ信号。

【請求項 36】 コンピュータによって実行されたときに請求項 34 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とするコンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 37】 前記コンピュータによって実行されたときに請求項 34 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする 1 つまたは複数のコンピュータ読み取り可能媒体を備えるコンピュータ。

【請求項 38】 ビデオ信号を保護することを容易にするための方法であって、

対象のビデオ信号の 1 つまたは複数のフレームを生成して、そのようなフレームに対する代表的識別子（「rep_id」）を生成し、フレームの rep_id は前記フレームの固有の特性に基づくステップと、前記フレームの前記代表的識別子と 1 つまたは複数の予想される rep_ids のセットとを比較するステップと、

前記対象のビデオ信号の 1 つまたは複数の検出フレームを選択し、検出フレームの前記生成された rep_id は実質的に前記セットの前記予想される rep_id に対応するステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項 39】 前記 1 つまたは複数の検出フレームを調査するステップと、前記調査に基づき、かつ前記ビデオ信号の既知の元の標本にアクセスすることなく、透かしが存在するか否かを判別するステップとをさらに備えることを特徴とする請求項 38 に記載の方法。

【請求項 40】 前記 1 つまたは複数の検出フレームを調査するステップと、そのような調査に基づいて透かしが存在しているか否かを判別するステップとをさらに備えることを特徴とする請求項 38 に記載の方法。

【請求項 41】 前記 1 つまたは複数の検出フレームと、1 つまたは複数の検出フレームを囲むフレームとを調査するステップと、

そのような調査に基づいて透かしが存在しているか否かを判別するステップとをさらに備えることを特徴とする請求項 38 に記載の方法。

【請求項 42】 フレームの前記 `rep_id` が前記フレームのハッシュ値からなることを特徴とする請求項 38 に記載の方法。

【請求項 43】 1 つまたは複数の予想される `rep_id` の前記セットは透かしが埋め込まれている元の信号のフレームのハッシュ値からなることを特徴とする請求項 38 に記載の方法。

【請求項 44】 コンピュータによって実行されたときに請求項 38 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とするコンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 45】 前記コンピュータによって実行されたときに請求項 38 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする 1 つまたは複数のコンピュータ読み取り可能媒体を備えるコンピュータ。

【請求項 46】 情報パターンエンコードシステムであって、
ビデオ信号を取得するように構成されているビデオ信号取得部と、
前記ビデオ信号の 1 つまたは複数の領域を突き止めるように構成された領域ロケータであって、領域は複数の連続するフレームからなる領域ロケータと、
前記ビデオ信号の 1 つまたは複数の領域内で情報パターンを埋め込むように構成された領域マーカーであって、領域は複数の連続するフレームからなる領域マーカーとを備え、1 つまたは複数の領域について、前記情報パターンを相対的強度を有する領域のフレームに埋め込み、その領域の 1 つまたは複数のフレームは、前記領域の他のフレームに埋め込まれたパターンの相対的強度と異なる相対的強度を有するパターンが埋め込まれることを特徴とするシステム。

【請求項 47】 前記情報パターンは透かしであることを特徴とする請求項 46 に記載のシステム。

【請求項 48】 透かし検出システムであって、
対象のビデオ信号を取得するように構成されているビデオ信号取得部と、
前記対象のビデオ信号の 1 つまたは複数のフレームを生成して、そのようなフレームの代表的識別子（「`rep_id`」）を生成し、フレームの `rep_id` は前記フレームの固有の特性に基づき、
前記フレームの前記代表的識別子を 1 つまたは複数の予想される `rep_id` のセットと比較し、
前記対象のビデオ信号の 1 つまたは複数の検出フレームを選択し、検出フレームの生成された `rep_id` が前記セットの前記予想される `rep_id` に実質的に対応するように構成されたフレームロケータと、

前記 1 つまたは複数の検出フレームを調査し、
そのような調査に基づき、かつ前記ビデオ信号の既知の元の標本にアクセスすることなく、透かしが存在するか否かを判別するように構成された透かし検出部とを備えることを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般に、ビデオシーケンス（`video sequence`）の内容の権利を保護することを容易にする技術に関する。本発明はさらに、一般に、ビデオシーケンス内に認知できない、耐非同期化（`de-synchronization-resistant`）透かしの埋め込みを容易にし、このような透かしの検出を容易にする技術に関する。

【0002】

【従来の技術】「ビデオシーケンス」とは、一般に運動、生命、活動、移動などを捕捉（またはシミュレート）する一連の画像のことである。ビデオシーケンスは、一般にオーディオを伴う。ビデオシーケンスに透かしを入れることには、一連の重大な課題があり、これは他の「デジタルグッズ」に透かしを入れるときに直面する問題よりも大きい。

【0003】「デジタルグッズ」とは、電子的に格納または送信されるコンテンツの総称である。デジタルビデオの例には、画像、オーディオクリップ、ビデオ、デジタルフィルム、マルチメディア、ソフトウェア、およびデータがある。

【0004】ビデオシーケンスは、特定の種類のデジタルビデオである。これはさらに、「デジタルビデオ」、「ビデオ信号」、「ビデオビットストリーム」、「ビデオストリーム」、「ストリーミングビデオ」、「ビデオメディア」、「ビデオオブジェクト」、「ビデオ」、「デジタルフィルム」、「デジタルムービー」などとも呼ばれる。「デジタルフィルム」の新しい分野は、高品質なビデオ形式である。

【0005】デジタルビデオは、多くの場合、イントラネットやインターネットなどの、プライベートネットワークおよびパブリックネットワークを介して消費者に配布される。特に、ライブまたは記録済みイベントのストリーミングビデオを介して「放送（ブロードキャスト）」することができる。さらに、これらのビデオは、コンパクトディスク（`CD-ROM`）、デジタル多用途ディスク（`DVD`）、ソフト磁気テープ、ソフト磁気ディスク、またはハード磁気ディスク（たとえば、あらかじめ装着されているハードドライブ）などの固定されたコンピュータ読み取り可能媒体を介して消費者に配布される。

【0006】デジタルビデオは、1 つまたは複数の異なる形式で格納することができる。より一般的なマルチメディアファイル形式としては、`MPEG`、`Video`

of Windows (登録商標)、QuickTime (商標)、RealVideo (商標)、Shockwave (商標) などがある。

【0007】残念なことに、デジタルビデオのデジタルコンテンツは保護されていないと比較的に盗用され、コンテンツ所有者は損失、被害を被る。コンテンツ所有者としては、コンテンツ作成者、アーティスト、発行者、開発者、配布者などがある。コンテンツを制作し、配布するコンテンツベースの産業(たとえば、娯楽、音楽、映画、テレビなど)はデジタル盗用による収益の損失に悩まされている。

【0008】現代の「デジタル海賊」は、実際に、コンテンツ所有者から正当な報酬を奪っている。コンテンツ所有者の権利を保護するメカニズムを実現する技術がないと、創造的なコミュニティおよび文化は貧弱なものとなる。

【0009】透かし技術透かしは、デジタルビデオのコンテンツ所有者の権利を保護する最も有望な技法の1つである。一般に、透かしとは、知覚的特性が保存されるようにデジタルビデオを改竄するプロセスのことである。より具体的には、「デジタル透かし」(または単に「透かし」)とは、コンテンツ所有者および/または保護された権利を識別するために使用できるデジタルビデオに挿入するビットのパターンである。

【0010】透かしは、人間や統計分析ツールからまったく見えない、あるいはより正確には、感知できないように設計されている。透かしの入っているビデオ信号は、元のビデオ信号と知覚的に同一であることが理想である。

【0011】透かし埋め込み器(watermark embedder)(つまり、エンコーダ)が、透かしのデジタルビデオに埋め込む。通常、秘密鍵を使用して透かしの埋め込み。透かし検出器(つまり、デコーダ)が、透かしの入っているデジタルビデオから透かしの抽出する。

【0012】透かしを検出するために、ある種の透かし技法では、元のマークが付いてないデジタルビデオまたはマークが付いているデジタルビデオの素のままの標本へのアクセスが必要なものもある。いくつかの透かし技法は「ブラインド」である。つまり、元のマークが付いてないデジタルビデオまたはマークが付いているデジタルビデオの素のままの標本へのアクセスが必要ないということである。もちろん、透かし検出器が公然と使用可能な場合、これらの「ブラインド」透かし技法は望ましい。

【0013】検出前に、透かしの入っている信号はユーザや配布環境によりさまざまな変更が加えられる可能性がある。こうした変さらには、ノイズや歪みなどの意図しない修正が含まれることがある。さらに、マークが付けられている信号は、多くの場合、透かしの検出を無効

にすることを特に目指す悪意ある攻撃者の対象となる。

【0014】透かし技法では、知覚的に同じ品質である信号が得られる限り修正および攻撃に耐える検出可能な透かしの埋め込みの理想的である。修正および攻撃に耐える透かし技法は「堅牢(robust)」であると呼ぶことができる。このような技法の側面が「堅牢」と呼ばれるのは、そのような抵抗を高める場合である。

【0015】一般に、透かしシステムは、意図しないノイズが信号に入り込むのに対処できる十分な堅牢性を備えているべきである(このようなノイズは、A/DおよびD/A変換、圧縮/展開、送信時のデータ破損などで入り込むことがある)。

【0016】さらに、透かしシステムは、透かしの故意の悪意ある検出、改竄、および/または削除を回避できる十分な堅牢性と秘密性を備えているべきである。このような攻撃では、特定の透かしが知られていたり検出されたりしない(が、存在すると想定した)「ショットガン」方式を使用したり、特定の透かしの攻撃する「シャープシューター」方式を使用することがある。

【0017】当業者であれば、従来の技術および、透かし、透かし埋め込み、および透かし検出と関連する技術を熟知している。さらに、当業者であれば、マークが付けられた信号に変更が加えられた後、適切な透かし検出と関連して生じる典型的な問題(たとえば、意図しないノイズおよび悪意のある攻撃)を熟知している。

【0018】ここで、このようなデジタル透かしは単に、「透かし」と呼ぶことができる。一般に、「離散値の情報パターン」と呼ばれることもある。

【0019】透かし技術の要件透かし技術は、ビデオコンテンツ発行者の著作権の保護を促進する非常に望ましい目標(つまり、要件(desiderata))をいくつか持つ。以下に、そのような目標のいくつかを列挙する。

【0020】知覚的不可視性。埋め込まれた情報は、その結果の透かしマーク入り信号のビデオ品質に知覚できる変化を引き起こすべきではない。知覚的不可視性のテスト(test of perceptual invisibility)を、「黄金の目と耳(golden eyes and ears)」テストと呼ぶことが多い。

【0021】統計的不可視性。埋め込まれた情報は、透かしを検出または除去しようとする網羅的、発見的、または確率論的ないかなる試みについても定量的に感知されうべきではない。このような攻撃を加えて成功させる試みが、公開されているコンピュータシステムの計算能力を十分超えた複雑さを持つものでなければならない。ここでは、統計的不可視性は、知覚的不可視性に明示的に含まれる。

【0022】改竄防止。透かしを除去しようとする試みがあると、聴覚しきい値を十分超えるビデオの値を損な

うようでなければならない。

【0023】コスト。システムは、プログラム可能なプラットフォームおよびアプリケーション固有のプラットフォームの両方に対しライセンスも実施も安価でなければならない。

【0024】オリジナルの非開示。透かしおよび検出プロトコルは、現場および法廷の両方でビデオのコンテンツ著作権を提供するプロセスが元の記録の使用を伴わないようなものでなければならない。

【0025】強制および柔軟性。透かし技法は、強力で否定できない著作権証明を提供しなければならない。同様に、ある範囲の保護レベルを使用可能にすべきであり、これは、可変のビデオの表示および圧縮標準に対応する。

【0026】普通の攻撃への反発力。強力なデジタルビデオ編集ツールが公開されていると、透かしおよび検出プロセスはそのようなコンソールから生じる攻撃から復旧できるという条件が加わる。

【0027】破られにくい。透かしは、攻撃者が透かし技法を知っていたとしても攻撃者が透かしを破ることが「きわめて難しい」場合に「破りにくい」。ここで、「破る」とは、透かしの修正または削除に成功することである。特に、攻撃者がスーパーコンピュータを所有している場合であっても可能なほとんどあらゆる状況のもとで透かしを破ることが不可能に近いものでなければならない。

【0028】透かしの回避一般に、悪意のある攻撃には次の2種類がある。

【0029】1. デジタルビデオ信号内の透かしの非同期化。これらの攻撃では、ビデオ信号を改竄し、検出器がエンコードされた透かしコードの位置を識別するのを困難にする。

【0030】2. 透かしの削除または改竄。攻撃者は、透かしの位置を発見し、故意にビデオクリップを改竄して、透かしの一部または全部を除去または劣化させる。

【0031】特定のビデオ透かしの問題点

ビデオは、一連のビデオ「フレーム」である。ビデオの各フレームは画像である。ビデオは一連の画像であるため、ビデオに透かしを入れる一方法として、ビデオの各フレーム（または重要な番号）に透かしを（全部または一部）埋め込むという方法がある。

【0032】前述のように、ビデオシーケンスの透かし技術には、一連の非常に難しい問題があり、これは他の「デジタルグッズ」に透かしを入れるときに直面する問題よりも大きい。このような問題点の実例として、知覚的不可視と非同期化攻撃への対抗がある。他の種類の媒体（たとえば、画像およびオーディオ）の透かし入れ

（ウォーターマーキング）にもこのような問題があるが、知覚的不可視および非同期化への対抗の問題は、特に深刻であり、ビデオに特に固有のものである。

【0033】非同期化攻撃

透かし（またはその一部）をビデオの各フレームに埋め込むことができる。しかし、デジタル盗用で透かしが発見される可能性は、透かしの反復が増えるほど増大する。各フレーム内の透かしの埋め込み（またはその一部）も、盗用者が労力を注ぐのに都合のよい範囲となるため望ましくない。さらに、同じ隠しデータ（つまり、透かし）を含む潜在的に数千に達しうるバインドされたターゲット（つまり、フレーム）となる。このような多数のバインドされた情報があると、デジタル盗用者が透かしを判別するチャンスが増大する。

【0034】この問題を克服するために、透かし（またはその一部）をビデオ内の個々のフレームまたはフレームのグループに選択的にエンコードするとよい。エンコードされた情報を後から見つけるために、検出器では通常、時間軸にそって同期化し、どこに透かしが（いつ）あるかを判別する必要がある。デジタル盗用者がこれを知る。非同期化攻撃は、恐ろしい、最も透かしに致命的なものの1つである。さらに、非同期化は、特にビデオ信号が送信されたときに故意でなく発生する場合もある。

【0035】非同期化への抵抗は、ビデオ分野では特に困難な問題である。盗用者はたとえば、以下のいずれかを実行してビデオを非同期化できる。

【0036】・フレームを削除する

・新しいフレーム（コマーシャルなど）を追加する

・コピーされたフレーム（隣接フレームのコピー）を追加する

・フレーム／秒率を変更する

・フレームを再配置する

この非同期化攻撃により、完全な透かしがエンコードされている一連のフレームが分割されると、透かしが検出されなくなる場合がある。この攻撃で透かしを含む孤立フレームを何とか削除すると、透かしが検出されなくなる場合がある。

【0037】知覚的不可視性

上述のように、透かしは信号内で知覚的に不可視（統計的に不可視であることも含む）でなければならない。知覚的不可視の達成は、ビデオ分野では特に困難な問題である。

【0038】通常、一連の連続フレームは1つまたは複数の共通セクションを持つ。これらの共通セクションは、同じ画像データを持つ。たとえば、ビデオフレームを捕捉するカメラが比較的静止しているオブジェクトまたは人に固定されている場合、各フレームはかなりの数が同一になる。通常、カメラが固定だと、背景は各フレーム内で同一のままである。

【0039】透かし（またはその一部）がビデオのすべてのフレーム内にエンコードされていない場合、一部のフレームでは透かしの一部分がエンコードされない。し

たがって、エンコード済みフレームと非エンコード・フレームとの間に遷移がある。通常、知覚できる「フリッカ」はその遷移で発生する。フリッカは、遷移の知覚可能な発現である。この問題は、ビデオに特有のものである。

【0040】フリッカは、人間の目に見える場合がある。見えなければ、統計的分析ツールで確認することができる場合がある。透かしのエンコードによりフレームに「ノイズ」が入るため、「ノイズあり」フレームから「ノイズなし」フレームへの遷移により、その遷移のフレームの共通セクションに知覚可能なフリッカが生じる。

【0041】フリッカに関する知識があるデジタル盗用者はその攻撃を遷移の内のフレームと遷移を中心とするフレームに絞ることができる。

【0042】

【発明が解決しようとする課題】そこで、故意の修正および故意でない修正に対し効果のあるデジタルビデオ信号内の透かしを隠し、検出する新しいフレームワークが必要である。特に、フレームワークは、非同期化に対抗できなければならない。フレームワークは、上述の透かし技術の必要なものを押し進めるいくつかの属性を持たなければならない。特に、知覚的に不可視でなければならない。したがってフリッカを最小限に抑えるか、またはなくす必要がある。

【0043】

【課題を解決するための手段】本発明では、一般に、ビデオシーケンスの内容の権利保護を容易に実施できるようにする技術を説明する。この技術はさらに、一般に、ビデオシーケンス内に認知できない、非同期化対抗透かしの埋め込みを容易にし、このような透かしの検出を容易にする技術に関する。

【0044】ここで説明している1つまたは複数の実施では、デジタルビデオ信号内の秘密性のある堅牢な透かしを隠し、かつ／または検出する。これらの透かしは、故意でない修正および故意の修正に対し抵抗力がある。特に、透かしは、非同期化に抵抗力がある。さらに、これらの透かしは知覚的に不可視である。透かしはビデオ内に隠されるため、フリッカが最小限に抑えられるか、または排除される。

【0045】より具体的には、ここで説明した1つまたは複数の実施では、連続フレームの1つまたは複数の領域にわたる透かし（またはその一部）を隠す。各領域には、ハッシュ値で定義された中心がある。透かし（その一部）は、「プラトー」方式で領域内にエンコードされる。透かし（その一部）は、領域の中心を囲むフレーム内に完全にエンコードされるが、領域の縁に向かって次第に消える。

【0046】この要約自体に、本特許の範囲を制限する意図はない。さらに、本特許の表題に、本特許の範囲を

制限する意図はない。本発明をよく理解できるように、添付図面とともに、以下の詳細な説明および付属の特許請求項を参照されたい。本発明の範囲は、請求項の中で指摘されている。

【0047】図面全体を通して類似の要素および特徴を参照するのに同じ番号を使用している。

【0048】

【発明の実施の形態】以下の説明では、説明のため本発明を完全に理解できるように特定の番号、資料、および構成を定めている。ただし、当業者であれば、こうした具体的内容がなくても本発明を實踐できることは明白であろう。他の場合には、本発明の実施例の説明を明確にし、本発明の説明をしやすくするために、よく知られている特徴については省くか、または簡素化している。さらに、理解を容易にするため、いくつかの方法ステップを別のステップとして示しているが、これらの別に示したステップは、実施に際して必ず順序に依存するものとして解釈すべきではない。

【0049】以下の説明では、付属の請求項で引用している要素を組み込んでいる堅牢で秘密性のあるビデオ透かし技術の1つまたは複数の実施例を規定している。これらの実施については、法令に定められた書面による説明、実施可能性、およびベストモード要件を満たすように具体的に説明する。しかし、この説明自体に、本特許の範囲を制限する意図はない。

【0050】発明者は、これらの実施例が例であることを意図している。発明者は、これらの実施例が本発明の範囲を制限することを意図していない。むしろ、発明者は、本発明がさらに、他の現在の技術または将来の技術とともに、他の方法で具現化され実施される可能性があると考えている。

【0051】秘密性があり堅牢なビデオ透かし技術の実施形態の一例を「例示的ビデオウォーターメーカー」と呼ぶことがある。

【0052】参照による取り込み

以下の同時係属出願は参照により本発明に取り込まれる（すべてMicrosoft Corporationに譲渡されている）。

【0053】・1999年9月7日出願の「画像に透かしを入れる手法とその結果得られる透かしの入っている画像」という表題の米国特許出願第09/390271号

・1999年9月7日出願の「マークされた画像内の透かしを検出する手法」という表題の米国特許出願第09/390272号

・1999年5月22日出願の「二重透かしによるオーディオ透かし」という表題の米国特許出願第09/316899号

・2000年7月12日出願の「改良された秘密オーディオ透かし」という表題の米国特許出願第09/614

660号

・2001年4月24日出願の「知覚的に類似しているコンテンツの堅牢な認識装置」という表題の米国特許出願

・2001年4月24日出願の「ブラインド透かしの堅牢な非局所的特性の導出と量子化」という表題の米国特許出願

・2001年4月24日出願の「デジタル信号内のオーディオコンテンツの認識装置」という表題の米国特許出願

・1999年10月19日出願の「デジタル画像のハッシュのためのシステムと方法」という表題の米国特許出願第09/421986号

【0054】序論

ここで説明する、本発明の1つまたは複数の実施例は、ビデオ透かしアーキテクチャ200および/または図9に示されているようなコンピューティング環境により（全部または一部）実施できる。

【0055】ここで、透かしの埋め込みまたは検出といった場合、これは明確に透かしの一部の埋め込みまたは検出も含む。透かしの一部は、たとえば、単一のフレーム内に埋め込むことができる。このようなフレームの集合体が透かし全体を構成することができる。さらに、ここで透かしを引用した場合、これは明確に、情報データパターンを含む。

【0056】例示的ビデオウォーターメーカーでは、連続フレームの領域にわたって透かしがエンコードされる（たとえば、埋め込まれる）。これらの領域は、連続する隣接フレームを含む。これらの領域は、「時間領域」とも呼ばれるが、それはフレームは通常、ビデオ信号内の特定の時間シーケンスに収まるからである。ここで、これは「シーケンス領域」および「近傍領域」とも呼ばれる。

【0057】透かしの入っているビデオは複数の領域を含む。それぞれの中心は、見かけ上ランダムに選択される。透かしは、「プラトー」方式で領域内にエンコードされる。領域は、ほぼプラトー形状である。つまり、透かしは、領域の中心を囲むフレーム内に完全にエンコードされるが、領域の縁に向かって次第に消える。

【0058】通常、例示的ビデオウォーターメーカーの透かし検出では、各領域の中心をほぼ突き止める。透かしはフレームの領域（孤立した単一フレームではなく）にわたってエンコードされるため、透かし検出システムは領域内の任意の場所で埋め込まれた透かしを見つけることができる。これは、非同期化のため領域の正確な中心を突き止められない場合であっても成り立つ。ほぼプラトー形状のシーケンス領域の状況では、これらは「プラトー領域」、「透かしプラトー」、などと呼ばれる。

【0059】本発明で説明しているように、例示的ビデオウォーターメーカーには、「完全ブラインド」と「部

分的ブラインド」の少なくとも2つの方式がある。

【0060】ハッシュ

一般に、ハッシュ法は、データベース管理、クエリー操作、暗号化などの多くの分野、また大量の生データが必要とされるその他の多くの分野で使用されている。

【0061】概して、ハッシュ法では、生データの大きなブロックを比較的小さな構造化された識別子集合にマッピングする。これらの識別子は、「ハッシュ値」または単純に「ハッシュ」とも呼ばれる。特定の構造と順序を生データに持ち込むことによりハッシュ関数により生データのサイズが劇的に縮小され、短い識別子が得られる。このため、多くのデータ管理問題が簡素化され、大規模なデータベースにアクセスするのに必要な計算資源が軽減される。

【0062】数学的には、ハッシュ法はハッシュ関数 $H(\cdot)$ を含む。この関数は、入力として信号 x を取り、短いベクトル $h=H(x)$ を計算する。そのベクトルは、ある大きな集合内の見かけ上ランダムな値である。そのベクトル h がハッシュ値である。

【0063】それとは別に、ハッシュ法では、秘密鍵 K を使用することもできる。この暗号ハッシュ法はハッシュ関数 $H_K(\cdot)$ を含む。この関数は、入力として信号 x を取り、短いベクトル $h=H_K(x)$ を計算する。そのベクトル（つまり、ハッシュ値）は、何らかの大きな集合の見かけ上ランダムな値であるが、秘密鍵 K でインデックス付けられる。

【0064】ハッシュ値は、信号を与える2進数文字列（たとえば、画像）と考えることができる。この文字列は、入力信号の署名として使用され、入力信号上の許容可能なすべての修正（つまり、入力画像の品質が実用的なすべての目的に関して保存される修正）のもとでほぼ不変である。より正確には、例示的ビデオウォーターメーカーで使用するハッシュ法はビデオ信号のフレーム（つまり画像）に作用し、次のとおりである。

【0065】・ハッシュ値は、ほぼ一様な分布を持つ。
・2つの知覚的に異なる信号（たとえば、画像）のハッシュ値はほぼ独立している。

・2つの知覚的に類似する信号（たとえば、画像）のハッシュ値は高い確率で同じである。

【0066】ここで、知覚的類似性は次のように考えられる。2つの信号（たとえば画像）が知覚的に類似している場合、観察者は妥当な量の知覚的品質が保持されるように実用上のすべての目的に関してそれらが実際に同じ信号（たとえば画像）であると見分けられるようでないなければならない。このような知覚的品質はさらに、人間だけでなく機械の統計的分析にも適用される。

【0067】さらに、ビデオ信号内の透かしの位置を識別するために、中間ハッシュ関数は最終ハッシュ関数と同様に使用される。中間および最終ハッシュの詳細については、取り込まれている係属中の米国特許出願（特

に、「知覚的に類似しているコンテンツの強力な認識装置」および「デジタル信号内のオーディオコンテンツの認識装置」という表題のもの)での説明を参照のこと。

【0068】中間ハッシュ関数を選択するときに、知覚的に異なる信号のハッシュ値の互いの距離は遠く($d(\cdot, \cdot)$ の意味で)、知覚的に類似している信号のハッシュ値の互いの距離は近い($d(\cdot, \cdot)$ の意味で)。ここで、 $d(\cdot, \cdot)$ は、正規化ハミング距離である。

【0069】例示的ビデオウォーターメーカーで利用できるハッシュ法の詳細については、以下の係属中米国特許出願(引用により本発明に取り込まれている)を参照されたい。

【0070】・2001年4月24日出願の「知覚的に類似しているコンテンツの強力な認識装置」という表題の米国特許出願

・2001年4月24日出願の「デジタル信号内のオーディオコンテンツの認識装置」という表題の米国特許出願

・1999年10月19日出願の「デジタル画像のハッシュのためのシステムと方法」という表題の米国特許出願第09/421986号

【0071】特定の問題を克服するビデオ透かし入れ実施例

前述のように、ビデオシーケンスの透かし技術には、他の「デジタルグッズ」に透かしを入れるときに直面する問題よりも大きな、一連の非常に難しい問題がある。このような問題点の実例として、知覚的不可視と非同期化への対抗がある。他の種類の媒体(たとえば、画像およびオーディオ)の透かし入れにもこのような問題があるが、知覚的不可視および非同期化抵抗の問題は、特に深刻であり、ビデオに特に固有のものである。

【0072】非同期化

透かし(またはその一部)をビデオの各フレームに埋め込むことができる。しかし、デジタル盗用で透かしが発見される可能性は、透かしの反復が増えるほど増大する。各フレーム内の透かしの埋め込み(またはその一部)も、盗用者が労力を注ぐのに都合のよい範囲となるため望ましくない。さらに、盗用者の攻撃対象となりうる同じ隠しデータ(つまり、透かし)を含む潜在的に数千に達しうるバインドされたターゲット(つまり、フレーム)となる。このような狭いターゲットでは、デジタル盗用者が透かしを判別するチャンスが増大する。

【0073】この問題を克服するために、例示的ビデオウォーターメーカーは、透かし(またはその一部)をビデオ内のシーケンス領域に選択的にエンコードする。エンコードされた情報を後から見つけるために、例示的ビデオウォーターメーカーではビデオ信号のハッシュ値を求めることでこれらの領域の中心をほぼ突き止める。

【0074】非同期化攻撃で、フレームの削除、追加、

または再配置が行われると、例示的ビデオウォーターメーカーの検出システムによって判別された中心は領域の真の中心からのオフセットとなる。その領域内の複数のフレームが透かしとともにエンコードされるため、例示的ビデオウォーターメーカーは中心から1フレーム分のオフセットで透かしを検出することができる。非同期化では、例示的ビデオウォーターメーカーの検出システムによって判別された中心が領域を完全に外れるのに十分なオフセットとなる前にビデオ信号を著しく変更する必要がある。

【0075】知覚的不可視性

例示的ビデオウォーターメーカーでは、信号内の知覚的に不可視な透かしをエンコードする。透かしエンコードによって生じるフリッカを最小限に抑えるか、またはなくすのである。

【0076】透かしは、「プラトー」方式でシーケンス領域内にエンコードされる。つまり、透かしは、領域の中心を囲むフレーム内に完全にエンコードされるが、領域の縁に向かって次第に消える。

【0077】プラトー領域のトレーリングエッジ(trailing edge)により、領域境界がマークされたフレームとマークされていないフレームとの間で柔らかい遷移になる。これは、従来のビデオ透かしの「フリッカ」に比べて知覚性が著しく一統計的にかつ視覚的に一低い。

【0078】プラトー形状のシーケンス領域
ビデオシーケンス実例

図1は、時間の経過とともにビデオシーケンスをまとめて作成する一連の個別画像(つまりフレーム)の実例を示している。このビデオシーケンス実施例は、フレーム140を含む。これらのフレームには、 $i = 1, 2, \dots, n$ として、 x_i というラベルが付けられる。フレームの番号付き順序(1, 2, ..., n)は、フレームの標準的時間順序を示している。このビデオシーケンスはビデオパッケージ式の全部または一部でよい。

【0079】プラトー形状の透かし入り領域

図2は、透かし入りシーケンス領域のプラトー形状の図を示している。この図は、例示的ビデオウォーターメーカーによる透かし入りシーケンス領域の実施例を示している。例示的ビデオウォーターメーカーの「プラトー形状」の透かしエンコード技法により、非同期化およびフリッカの効果を低減する(またはなくす)ことができる。

【0080】フレーム140は、図1と同じラベル x_i で示されている。水平な破線142は、透かしエンコードのないビデオ信号のベースラインを示している。実線144は、ベースライン142に関する実際のビデオ信号を示している。ビデオ信号一線144で示されているものなどーは通常、完全に滑らか、完全にストレートと

いったことはない。簡単のため、図2ではビデオ信号144を理想化した形で示している。

【0081】例示的ビデオウォーターメーカーによれば、情報パターン（透かしまたはその一部など）はビデオ信号144に埋め込まれる。これは、従来の、または新規の透かし技法を使用して行うことができる。画像透かし技法を使用して、透かしをビデオ信号のフレームに埋め込むことができる。

【0082】ある範囲のフレーム内に、透かしが埋め込まれている。その範囲のフレームは、プラトー領域150と呼ばれる。図2でプラトー領域はフレーム $x_j - k$ から $x_j + k$ であるが、ただし j は領域の中心であり、 $2k + 1$ は領域の長さである。領域150の中心フレームはフレーム x_j またはフレーム156である。

【0083】中心フレーム（たとえば、フレーム156）は、ビデオ信号（またはその一部）のハッシュ値を求めること（ハッシング）により判別される。したがって、各領域の中心位置は、信号自体の固有の特性により決まる。

【0084】それとは別に、透かしを埋め込むときに、中心フレーム156はハッシングにより決定される正確なフレームとならない場合がある。したがって、領域はハッシングで決定されたフレームからオフセットされる場合がある。これは、領域の「オフセットセンタリング」と呼ぶことがある。オフセットの度合いは、ハッシングにより、疑似ランダムに、数学的に決定でき、かつ／または固定することができる。検出システムが高い信頼性により透かしを検出できると仮定すると、このオフセットセンタリングは許容でき、ここで説明する例示的ビデオウォーターメーカーの範囲内に収まる。例示的ビデオウォーターメーカーの堅牢性を増すので、特に受け入れられる。

【0085】プラトーの完全マークゾーン（FMZ）。透かしは、中心フレーム156を囲むフレーム内に完全にエンコードされる。これらの囲むフレームは、完全マークゾーン（FMZ）152と呼ばれるゾーンを形成する。FMZ 152は、図2でフレーム $x_j - z$ から $x_j + z$ までであるが、ただし、 $2z + 1$ はゾーンの長さである。つまり、完全マークゾーン（FMZ 152など）は、中心フレーム156の前に z 個のフレーム、中心フレームの前に z 個のフレームを含む。FMZおよびプラトー領域をここで引用するが、「完全エンコードされる」、「勾配エンコード」、および「部分的エンコードされる」という用語は、マークがエンコードされる相対的強度（たとえば、相対的強さまたはスケール）を意味する。「完全エンコード」とは、完全な相対強度のことである。

【0086】一般に、プラトー領域150のFMZ 152内に透かしを完全エンコードする操作により、例示的ビデオウォーターメーカーによりエンコードされた透

かしの堅牢性が増す。主に、ビデオ信号（信号144など）に対する非同期化の効果を減じる（またはなくす）。

【0087】プラトーのエッジ。プラトー領域150は、図2内で勾配エッジ154aおよび154bを含む。FMZ 152のリーディング側はリーディングエッジ（leading edge）154aである。FMZ 152のトレーリング側はトレーリングエッジ154bである。これらのエッジ内で透かしは部分的にエンコードされている。より正確には、透かしは増大エンコードまたは減少エンコードのいずれかで勾配エンコードされている。

【0088】リーディングエッジ154aでは、マークをエンコードする相対的強度は、連続フレームとともに増大する。リーディングエッジ154aは、図2でフレーム $x_j - k$ から $x_j - z$ までであるが、ただし、 $k - z$ はこのエッジの長さである。

【0089】通常、トレーリングエッジ154bは、リーディングエッジ154aのミラー画像である。トレーリングエッジ154bでは、マークをエンコードする相対的強度は、連続フレームとともに減少する。トレーリングエッジ154bは、図2でフレーム $x_j + z$ から $x_j + k$ までであるが、ただし、 $k - z$ はこのエッジの長さである。

【0090】それとは別に、中心のいずれかのサイズの k および z の値は等しい必要はない。特に、 $k - z$ の値は、リーディングエッジとトレーリングエッジとで異なる場合がある（たとえば、エッジ154aと154b）。この状況では、エッジは互いのミラーではない。しかし、これにより、領域の「中心」が真の中心からずれることになる。検出システムが高い信頼性により透かしを検出できると仮定すると、このタイプの近似的センタリングは許容でき、ここで説明する例示的ビデオウォーターメーカーの範囲内に収まる。例示的ビデオウォーターメーカーの堅牢性を増すので、特に受け入れられる。

【0091】「従来の技術」の項で概要を説明したように、悪意ある攻撃者は連続するビデオフレームの強度の急な変化を簡単に見つけられる。このような急な変化は、従来のビデオ透かし技術ではよくあることである。これらの変化により、知覚可能なフリッカ効果が生じる。

【0092】プラトー領域150の勾配端（エッジ）（たとえば、エッジ154aおよび154b）により、領域の境界がマークされたフレームとマークされていないフレームとの間で柔らかい遷移になる。勾配端の滑らかな遷移は、従来のビデオ透かしの「フリッカ」に比べて知覚性が著しく一統計的にかつ視覚的に一低い。

【0093】一般に、プラトー領域150のFMZ 152内に透かしを勾配エンコードする操作により、例示

的ビデオウォーターメーカーによりエンコードされた透かしの堅牢性が増す。主に、ビデオ信号（信号144など）に対するフリッカの効果を減じる（またはなくす）。

【0094】プラトー領域の形状。プラトー領域の形状は、その領域の透かしエンコードの相対的強度を表す。ここで示されているプラトー領域の形状（特に図2と図3の）は、事例にすぎない。「プラトー」という名前は、領域の全体的な一般形状の画像を呼び出す従来のラベルを意図するものではない。しかし、プラトー領域の形状は、ここで説明しているものまたは文字通りプラトーの形状には制限されない。

【0095】プラトーの形状に関しては、ほとんどどのような形でも取りうる。形状の範囲は、特許請求の範囲で述べている言語で説明されている特性の束縛を受ける。例示的ビデオウォーターメーカーによって生成されるプラトー領域のこのような特性の例として次のものがある。

【0096】・領域が他のフレーム（特に、マークされていないフレーム）に関して完全にエンコードされる1つまたは複数のフレーム

・領域が完全エンコードされたフレームおよびマークされていないフレームに関して勾配エンコードされる1つまたは複数のフレーム

【0097】これらの特性を念頭に置いて、例示的ビデオウォーターメーカーにより生成されるプラトー領域を、たとえば、バンプ、凸、隆起、膨らみ、塊、こぶ、球根、山形、頂点、盛り土、メサ、丘、ノル、小塚、ビュート、ドラムリン、小山、砂丘、茂み、モグラ塚、あり塚、ドーム、アーチ、半球、半円、台形などとともに記述できる。

【0098】プラトー領域による透かし検出。例示的ビデオウォーターメーカーの透かし検出システムでは対象のビデオ信号を処理する。通常、このような検出前には、このような信号が透かしを含むか否かは不明である。同様に、対象の信号が修正され元の信号と違っているか否かも不明である。このような修正は故意の場合も故意でない場合もある。

【0099】ハッシュ法を使用する透かし検出システムは、各プラトー領域の中心をほぼ突き止める。より正確には、その領域の中心と考えられるフレームを突き止める。これらのフレームは、ここでは「検出フレーム」と呼んでいる。検出フレームを見つけるために、透かし検出システムは埋め込みシステムで領域の中心フレームを突き止めるのに使用しているのと同じ技法を使用する。

【0100】通常、対象のビデオ信号自体のハッシュ値を計算して、検出フレームを見つける。対象の信号が修正されず元のと変わらない場合、検出システムは各領域の実際の中心を見つける。対象の信号が修正されている場合、検出システムによって見つけれられた「中心」によ

り領域の中心の近似が求められる。

【0101】しかし、透かし検出システムでは、その領域内でエンコードされた透かしを検出するために領域の実際の中心を見つける必要はない。透かしはプラトー領域の各フレーム内でエンコードされるため、透かし検出システムは領域内の任意の場所で埋め込まれた透かしを見つける可能性がある。しかし、検出システムによって決定される近似的中心は完全マークゾーン（FMZ）内にある場合、近似的中心が境界端内にあれば透かしを検出する可能性が高まる。

【0102】たとえば、図2のビデオ信号144が対象の信号であり、非同期化（故意にまたは故意でなく）されていると仮定する。このような非同期化の前に信号の実際の中心がフレーム156であった。しかし、非同期化した対象の信号のハッシュ値を求めることにより求められた近似的中心はフレーム162、フレーム164、またはフレーム166でよい。これらのフレームは、図2の領域150のエンコードされた信号を指している鎖線矢印で示されている。

【0103】フレーム162は、中心フレーム156から中心はずれとなっている。中心フレームおよびFMZ 152内の他のすべてのフレームのように、透かしで完全にエンコードされている。したがって、検出システムはフレーム162内のエンコードされた透かしを検出する可能性が高まる。

【0104】フレーム164は、フレーム162よりも中心フレーム156からより中心はずれであるが、FMZ 152内ではそのままである。同様に、検出システムはフレーム164内のエンコードされた透かしを検出する可能性が高まる。

【0105】フレーム166は、中心フレーム156からかなり中心はずれになっている。したがって、FMZ 152から外れている。しかし、それは、プラトー領域150内にある。特に、トレーリングエッジ154b内にある。透かしがこのエッジ内で完全にはエンコードされていないが、エッジ156bのフレーム166内には部分的にエンコードされている。したがって、検出システムがフレーム166内のエンコードされた透かしを検出する可能性がある。

【0106】ただし、マークは部分的にしかエンコードされないため、透かしを欠く可能性が高まる。このような状況では、ビデオは元のビデオと知覚的に異なる修正されたビデオを十分に生成するように非同期化されている可能性が高い。

【0107】従来の透かし検出では、孤立フレーム内のマークをエンコードする。図2では、マークがフレーム156内でのみエンコードされている場合、非同期化攻撃により、フレーム162または164内のマークを探すので従来の透かし検出ではフレーム156を見過ごすことになる。

【0108】複数の領域

図3は、例示的ビデオウォーターメーカーによる複数の透かし入りプラトー領域150a-150kを有するビデオ信号146の例を示す図である。プラトー領域150a-150kの中心はハッシュ値により定義されている（つまり、突き止められる）。信号自体のハッシュ値を求めることにより、複数のハッシュ値を決定する。

【0109】ほとんど一様な分布というハッシュ値の性質の結果、プラトー領域は、ほとんど一様でランダムに見える形で信号全体を通じて分布する。さらに、図3に示されているように、領域のサイズと形状は異なる場合がある。

【0110】部分的ブラインドおよび完全ブラインドの方式

例示的ビデオウォーターメーカーは、「部分的ブラインド」と「完全ブラインド」の少なくとも2つの方式で実施できる。両方とも、図5～図8に広い意味で示されている。

【0111】部分的ブラインド方式：部分的ブラインド方式では、例示的ビデオウォーターメーカーはビデオの複数のフレームを選択する。これらの選択されたフレームは、プラトー領域の中心フレームとなる。これらの中心フレームを選択するために、例示的ビデオウォーターメーカーはランダムにまたは疑似ランダムに選択できる。中心フレームにより、マークを埋め込むためのプラトー領域の中心が定義される。

【0112】フレームが選択されると、例示的ビデオウォーターメーカーでは、選択されたフレームのハッシュ値を求めそのハッシュ値を格納する。これらは、ここでは「中心フレームハッシュ値」と呼ばれる。これらの値により、透かし埋め込みの中心フレームの位置が識別される。これらのハッシュ値では秘密鍵を使用でき、そのため、疑似ランダムでもよい。

【0113】これらのハッシュ値が見つかり、透かしが選択した中心フレームのプラトー領域内に挿入される。ハッシュ値はデータストレージに格納される。中心フレームの位置は格納されない。むしろ、それらの中心フレームのハッシュ値が格納される。

【0114】ハッシュ値は、サイド情報として透かし検出システムに送られる。この方式では、透かし検出システムは中心フレームの格納済みハッシュ値への安全なアクセスが可能であると仮定している。ハッシュ値は、システムによって調べられるビデオ信号とともに、あるいはそれと別に、暗号化して検出システムに送信することができる。それと無関係に、この方式では、ユーザ（および攻撃者）はアクセスできないと仮定している。

【0115】たとえば、ハッシュ値をコンピュータ上のソフトウェアビデオプレーヤ（またはDVDプレーヤ）に秘密に送ることができ、またユーザはこれらのハッシュ値がどのようなものか知らない。他の例として、秘密

鍵によるこれらのハッシュ値の暗号化、および攻撃者が見つけないように秘密の方法で送信またはビデオデータの周りに分散する方法もある。

【0116】検出器側では、各フレームのハッシュ値を見つけて、ハッシュ値の格納済みリスト内のハッシュ値と比較する。ハッシュ値が実質的にリスト内のエントリと一致するフレームについて、検出器はそのフレーム内の透かしを探す。これらのフレームは、「検出フレーム」と呼ばれる。それとは別に、検出フレームを囲む、ハッシュ値がマッチングを行うフレーム内の透かしを探す。これは、検出フレームごとに実行される。検出フレームでは、透かし検出プロセスの効果的「同期化」を行う。

【0117】部分的ブラインドという用語は、追加情報が検出器側で必要であるという事実から来ており、完全にはブラインドではない。しかし、非ブラインドでもない。非ブラインド透かし方式では、元のマークのないビデオが検出器側に存在している必要がある。

【0118】この方式では、攻撃者は検出フレームの位置を決定できる。検出フレームを見つけるために、攻撃者はハッシュ関数を決定し、ハッシュ値のリストにアクセスできるだけよい（中心フレームについて）。

【0119】完全ブラインド方式：完全ブラインド方式は、中心フレームハッシュ値のリストがないことを除き、部分的ブラインド方式と同じである。したがって、透かし検出システムには、対象のビデオ信号のフレームのハッシュと比較するハッシュ値のリストがない。その代わりに、透かし検出システムは、対象のビデオ信号に基づきハッシュ値を計算する。

【0120】ハッシュ値とランダム生成2進ベクトルとの比較を行って、透かしを埋め込むのか埋め込まないのかを決定する。デコーダ側でも同じ秘密鍵を使用して同じ操作を実行する。

【0121】秘密鍵を使用する完全ブラインド方式では、ランダム2進数列の1セットaを生成する。これはたとえば、10ランダムビットとできる。その後、ビデオシーケンス内の各フレームのハッシュ値を計算するが、iをフレーム番号のインデックスとしてh_iと呼ぶ。

【0122】たとえば、これらのハッシュ値は長さが100である。長さ100のベクトルからランダムに選択した10個の位置を使用し、これらの位置から得たビットを集めて（各フレームについて独立に）、そのフレームの「シンボル」を構成する（つまり、各フレームの「シンボル」はランダムな投射によりそのフレームのハッシュ値から生成され、この特定の例では、投射比は10/100=0.1である）。iをフレームのインデックスとしてこれらのシンボルをs_iと呼ぶ。各フレームのシンボルを計算すると、最初にランダムに求めたベクトルと比較する（つまり、すべてのiについてs_iとa

とを比較する)。正確な一致があると、透かしがプラト一方式でその周りに埋め込まれる。

【0123】この方式は、まず、ベクトル a がランダムに生成され、次に各値 h_i がフレーム i のハッシュ値であるという点でランダムである。さらに、ハッシュ関数の定義により、これらはさらにランダムに生成され、 h_i からの s_i の生成も、ランダムに実行される。秘密鍵 K は、これらすべてのステップで乱数生成器のシードとして使用される。

【0124】検出器側では、 K にアクセスできる。これは、フレームの位置を見つけるために上記と同じことを行う。 a を生成し、ハッシュ値を生成し、ランダム投射を適用する。検出フレームを見つけるが、これは中心フレームと同じ場合も同じでない場合もある。

【0125】埋め込み用に中心フレームのハッシュ値を求めるのに、検出用に検出フレームのハッシュ値を求めるのと同じ秘密鍵およびハッシュ関数を使用する。したがって、元のマークなしの信号および対象の信号が知覚的に同一である場合に、フレームのハッシュ値は同一であるか、またはほとんど同一となる。

【0126】対象の信号がマークされている信号の無修正バージョンであれば、マークなしの信号および対象の信号は、知覚的に同一になる。さらに、マークなし信号と対象の信号は、対象の信号がマークされている信号の無修正バージョン（たとえば、攻撃されたバージョン）であるが、このような修正により信号が知覚的に修正されていない場合に知覚的に同一になる。

【0127】したがって、検出フレームがどこに配置されているかを判別するには、攻撃者側で秘密鍵とハッシュ関数を知る必要がある。この方式は、悪意ある攻撃が大いに心配な場合に特に適切である。

【0128】両方の方式で、透かしが埋め込まれる領域の中心が判別される。この作業は、堅牢な画像ハッシュ関数を使用して実行される。部分的ブラインド方式では、ハッシュ値を使用して、デコーダ側で透かしの位置を判別するので、部分的ブラインド方式を「部分的ブラインド」と呼んでいる。

【0129】完全ブラインド方式では、ハッシュ値とランダムに生成された2進ベクトルとの比較を行って、透かしを埋め込むのか埋め込まないのかを決定する。デコーダ側でも同じ秘密鍵を使用して同じ操作を実行するので、完全(fully)ブラインド方式は完璧(completely)ブラインド方式である。

【0130】例示的ビデオ透かしアーキテクチャ図4は、元のコンテンツを生成し、ネットワーク224上でコンテンツ（たとえば、ビデオ）をクライアント226に配布するコンテンツプロデューサ/プロバイダ(content producer/provider)222を持つデジタルグッズ制作および配布アーキテクチャ200（つまり、ビデオ透かし入れアーキテク

チャ200）を示している。コンテンツプロデューサ/プロバイダ222は、元のコンテンツを含んでいるデジタルグッズを格納するコンテンツストレージ(content storage)230を備える。コンテンツプロデューサ222は、透かし埋め込みシステム232を備え、コンテンツをオリジナルであるとの意に識別する透かしのサインをデジタル信号（ビデオ信号）に入れる。透かし埋め込みシステム232は、スタンドアローンのプロセスとして実施することも、また他のアプリケーションやオペレーティングシステムに組み込むこともできる。

【0131】透かし埋め込みシステム232は、透かしをコンテンツストレージ230からのデジタル信号（ビデオ信号）に適用する。通常、透かしによりコンテンツプロデューサ222を識別し、信号に埋め込まれ、きれいさっぱり除去することはできない署名を実現する。

【0132】コンテンツプロデューサ/プロバイダ222は、透かし入りコンテンツをネットワーク224（たとえば、インターネット）上で配布する配布サーバ234を備える。透かしが埋め込まれている信号は、受信者に対して、コンテンツプロデューサ/プロバイダ222の著作権に従って信号が配布されていることを表す。サーバ234はさらに、従来の圧縮および暗号化手法によりコンテンツを圧縮および/または暗号化してからネットワーク224でコンテンツを配布することができる。

【0133】通常、クライアント226は、プロセッサ240、メモリ242、および1つまたは複数のコンテンツ出力デバイス244（たとえば、テレビ、ディスプレイ、サウンドカード、スピーカなど）を備える。プロセッサ240は、信号を圧縮解除するツール、データを復号化するツール、コンテンツをフィルタ処理するツール、および/または信号コントロール（トーン、音量など）を適用するツールなどさまざまなツールを実行して、マーク付き信号を処理する。メモリ242は、オペレーティングシステム250(Microsoft Windows(登録商標) 2000オペレーティングシステムなど)を格納し、プロセッサ上で実行される。クライアント226は、コンピュータ、携帯型娯楽デバイス、セットトップボックス、テレビ、電気器具などのさまざまな方法で実現することができる。

【0134】オペレーティングシステム250は、デジタル信号内の透かしを検出するクライアント側の透かし検出システム252と、コンテンツ出力デバイス244を通じてコンテンツを使用しやすくするためのコンテンツローダ(content loader)254（たとえば、マルチメディアプレーヤ、オーディオプレーヤ）とを実装する。透かしが存在していれば、クライアントはその著作権およびその他の関連する情報を識別することができる。

【0135】オペレーティングシステム250および／またはプロセッサ240は、コンテンツプロデューサ／プロバイダ（または著作権所有者）が課したいいくつかの規則を強制するように構成できる。たとえば、有効な透かしが入っていない偽造またはコピーされたコンテンツを拒絶するようにオペレーティングシステムおよび／またはプロセッサを構成することができる。他に、システム側で、検証されていないコンテンツを、忠実度レベルを下げてロードする例も可能である。

【0136】例示的ビデオ透かし埋め込みシステム
図5は、例示的ビデオ透かし埋め込みシステム300を示しており、これは、ビデオ透かし入れアーキテクチャ200の一部の実施例である。透かし埋め込みシステム232は、例示的ビデオ透かし埋め込みシステム300の例である。

【0137】透かし埋め込みシステム300は、信号取得部310、領域ロケータ320、領域定義部330、および領域マーカー340を備える。

【0138】信号取得部310は、マークされていないビデオ信号305を取得する。これは、ストレージデバイスやネットワーク通信リンクなどのほとんどどのようなソースからでも信号を取得できる。

【0139】領域ロケータ320は、信号305内の領域の位置を判別する。領域位置を判別するために、システムでは、まず各領域の中心フレーム（図2のフレーム156など）を判別することができる。中心フレームは、疑似ランダムで判別できる。その後、中心フレームのハッシュ値を求める。これらのハッシュ値で、中心フレームの位置を効果的に識別できる。したがって、各領域の中心の位置は、信号自体の固有の特性により（ハッシュ値に基づき）決まる。それとは別に、領域の中心フレームは領域ロケータ320で決定された初期フレームからオフセットすることもできる。

【0140】領域定義部330は、領域のパラメータを定義する。このようなパラメータは、領域の長さ（ $2k+1$ ）とFMZ長さ（ $2z+1$ ）を含む。これらのパラメータは、すべての信号のすべての領域について固定とすることができる。すべての領域について固定とすることができるが、信号ごとに異なってもよい。これらは、すべての信号のすべての領域について可変とすることができる。一般に、パラメータを操作して、透かし検出確率および堅牢性を含むいくつかの要因を調整することができる。

【0141】領域マーカー340は、プラトー方式で信号の領域に透かしを入れる。FMZのフレームは、完全エンコードされるが、境界端のフレームは勾配エンコードされる。領域マーカーは、従来のまたは新しい透かし技法、特に画像透かし向けに設計されたものを使用することができる。これはスペクトル拡散、QIM、またはその他の透かし技法を使用することができる。このマー

ク付けされたビデオは、消費者とクライアントに公開配布できる。

【0142】図5の例示的ビデオ透かし埋め込みシステム300の前述のコンポーネントの機能について以下で詳述する。

【0143】例示的ビデオ透かし埋め込み装置の方法論的实施

図6は、例示的ビデオ透かし埋め込みシステム300

（またはその一部）の方法論的实施を示している。具体的には、この図は例示的ビデオ透かし入れ装置の透かし埋め込みの方法論的实施を示している。この方法論的实施は、ソフトウェア、ハードウェア、またはソフトウェアおよびハードウェアの組み合わせで実行することができる。

【0144】図6の410で、例示的ビデオウォーターメーカーはビデオ信号を受け取る。特に、この信号はマークがない。412で、信号内のプラトー領域の位置を判別する。領域の位置は、（秘密鍵を使用して）疑似ランダムに選択することで判別される。選択したフレームのハッシュ値が取り出され格納される。これらの値は格納される。部分的ブラインド方式では、これらの値はデコードシステムで利用できる。たとえば、暗号エンベロープに信号を付随させたり、別の安全なメカニズムで送ることができる。

【0145】414で、例示的ビデオウォーターメーカーにより、領域のパラメータが定義される。416では、プラトー方式で信号の領域に透かしを入れる。418で、プロセスは終了する。

【0146】例示的ビデオ透かし検出システム

図7は、例示的ビデオ透かし検出システム500を示しており、これは、ビデオ透かし入れアーキテクチャ200の一部の実施例である。透かし検出システム252は、例示的ビデオ透かし埋め込みシステム500の例である。

【0147】透かし検出システム500は、信号取得部510、フレームロケータ520、および透かし検出部530を備える。

【0148】信号取得部510は、対象のビデオ信号505を取得する。これは、ストレージデバイスやネットワーク通信リンクなどのほとんどどのようなソースからでも信号を取得できる。通常、対象のビデオ信号505がマークされているか否か、それが修正されているか否かは不明である。

【0149】フレームロケータ520は、対象の信号505の「検出フレーム」の位置を判別する。検出フレームは、システムが透かしを検出しようとする信号の選択したフレームである。システムはまた、選択した検出フレームを囲むフレーム内の透かしを突き止めようとすることもできる。

【0150】部分的ブラインド方式および完全ブライ

ド方式の両方で、領域の中心フレームに使用した透かし埋め込みシステム300（特に領域ロケータ320）のようにフレームロケータ520は同じハッシュ法（同じ秘密鍵を含む）を使用して、対象の信号のフレームのハッシュ値を求める。

【0151】部分的ブラインド方式では、フレームロケータ520は、対象のビデオの各フレームの計算済みハッシュ値とハッシュ値の格納済みリスト（透かし埋め込みシステム300によって元々生成されたもの）とを比較する。それぞれの正確なまたは実質的な一致は「検出フレーム」と呼ばれる。

【0152】完全ブラインド方式では、フレームロケータ520が、ハッシュ値とランダム生成2進ベクトルとの比較を行って、検出フレームを選択するが、これは透かしの埋め込まれるか否かを決定するためである。

【0153】透かし検出部530は、検出フレーム内に透かしが存在するか否かを判別する。透かし検出部は、透かし埋め込みシステム300で採用している透かし技法に対応する検出法を採用する。透かし検出部530は、透かしが存在するか否かを示す。

【0154】図7の例示的ビデオ透かし検出システム500の前述のコンポーネントの機能について以下で詳述する。

【0155】ビデオ透かし検出例の方法論的实施
図8は、例示的ビデオ透かし器演出システム500（またはその一部）の方法論的实施を示している。具体的には、この図は例示的ビデオウォーターメーカーの透かし検出の方法論的实施を示している。この方法論的实施は、ソフトウェア、ハードウェア、またはソフトウェアとハードウェアの組み合わせで実行することができる。

【0156】図8の610で、例示的ビデオウォーターメーカーは対象のビデオ信号を受け取る。通常、対象のビデオ信号505がマークされているか否か、およびそれが修正されているか否かは不明である。

【0157】612で、対象の信号の「検出フレーム」の位置を判別する。614で、例示的ビデオウォーターメーカーは、検出フレーム内に透かしが存在するか否かを判別する。透かし検出部は、図6の透かし埋め込み方法論的实施で採用している透かし技法に対応する検出法を採用している。通常、これは透かしが存在するか否かも示す。このような指示は、格納、表示、印刷などができる。このプロセスは616で終了する。

【0158】その他の実施の詳細

「部分的ブラインド」方式は、デコーダ側にハッシュ値が知られている必要があるという意味で部分的ブラインドである。「完全ブラインド」方式は、完全にブラインドであり、ハッシュ値の衝突確率が低く、近似的一様分布になるという事実依存する。

【0159】長さNの入力ビデオ $\{X_i\}$ を与えると、例示的ビデオウォーターメーカーはそれぞれ長さ L_w の

透かし $\{W_j\}$, $1 \leq j \leq M$ をM個の異なる場所に埋め込む。秘密鍵Kは、両方の方式においてすべてのランダム化されたタスクで疑似乱数生成器のシードである。H(・)を長さLのハッシュを生成するために使用するハッシュ関数とする。a(k)を入力ベクトルaのk番目の要素とする。fを、実数上で定義された連続単調偶関数(continuous monotonic even function)とし、 $f(0)=1$ 、 $|x| \geq 1$ かつ $f(|x|) \geq f(|x|+|\varepsilon|)$ 、 $x, \varepsilon \in \mathbb{R}$ について $f(x)=0$ とする。 $\{Y_i\}$ を透かしデコーダへの入力とする。

【0160】部分的ブラインド方式

透かしエンコーディング：透かし領域の中心とするフレーム

【0161】

【数1】

$$X_{i_1}, X_{i_2}, \dots, X_{i_M}$$

【0162】を疑似ランダムに選択する。ただし、 $i_j \in \{1, 2, \dots, N\}$, $1 \leq j \leq M$ 、かつすべての $j \neq k$, $1 \leq j, k \leq M$ について $|i_j - i_k| \geq K$ とする。ここで $K \in \mathbb{Z}^+$ は、ユーザ選択のパラメータでよい。w. l. o. g. を、 $i_1 < i_2 < \dots < i_M$ と仮定する。

【0163】

【数2】

$$H(X_{i_j}),$$

【0164】 $1 \leq j \leq M$ を求める。

【0165】 $1 \leq j \leq M$ について透かし埋め込みの後、半大域的統計量

【0166】

【数3】

$$\{\mu_{i_j}\} \text{ およびその量子化値 } \{\hat{\mu}_{i_j}\}$$

【0167】を求める。

【0168】

【数4】

$$\hat{\mu}_{i_j}(k) \geq \mu_{i_j}(k) \text{ の場合に } s_{i_j}(k) = 1、$$

【0169】それ以外の場合には0となる、符号ベクトル

【0170】

【数5】

$$S_{i_j}$$

【0171】、 $1 \leq j \leq M$ を計算する。

【0172】

【数6】

$$W_{i_j} \in \mathbb{Z}^+、$$

【0173】 $1 \leq j \leq M$ 、さらに $1 \leq j \leq M-1$ につい

て

【0174】

$$W_{i_j} + W_{i_{j+1}} \leq K$$
 が成立するような透かし近傍幅 $\{W_{i_j}\}$

【0175】を疑似ランダムに求める。

【0176】フレーム

【0177】

【数8】

$$X_{i_j+k_j}$$

【0178】について、量子化インデックス変調 (QIM) 透かしを使用し、また

【0179】

【数9】

$$\Delta_j = f(k_j / W_{i_j})$$

【0180】をクオンタイザステップサイズとして、

【0181】

【数10】

$$S_{i_j}$$

$$d(H(Y_{i_j}), H(X_{i_j})) \leq d(H(Y_k), H(X_{i_j}))$$

【0187】となる、すべての $1 \leq j \leq M$ についてのフレーム

【0188】

【数13】

$$\{Y_{i_j}\}$$

【0189】を求める。

【0190】各フレーム

【0191】

【数14】

$$Y_{i_j+k_j}, -\alpha_j W_{i_j} \leq k_j \leq \alpha_j W_{i_j}$$

【0192】 $1 \leq j \leq M$ について、量子化インデックス変調 (QIM) 透かし技術を使用し、また

【0193】

【数15】

$$\Delta_j = f(k_j / W_{i_j})$$

【0194】をクオンタイザステップサイズとして使用して透かしデコードを実行する。ここで $0 < \alpha_j \leq 1$ はユーザが決定するパラメータである。デコードされたベクトルを

【0195】

【数16】

【数7】

を符号ベクトルとして使用して透かし w_j を埋め込む。ただし、 $1 \leq j \leq M$ 、

【0182】

【数11】

$$-W_{i_j} \leq k_j \leq W_{i_j}$$

【0183】および $\{\Delta_j\}$ はユーザー入力の正のパラメータとする。【0184】透かしデコード：長さ N_Y の入力ビデオ $\{Y_i\}$ が与えられたとすると、すべての i についてハッシュ値 $H(Y_i)$ を計算する。【0185】すべての $1 \leq k \leq N_Y$ について

【0186】

【数12】

$$\{W_{D,k_j}\}$$

とする。

$$\{W_{D,k_j}\}$$

【0196】が与えられたとして、

【0197】

【数17】

$$\sum_{k_j = -\text{round}(\alpha_j W_{i_j})}^{\text{round}(\alpha_j W_{i_j})} W_{D,k_j}(l) > \text{round}(\alpha_j W_{i_j})$$

【0198】の場合に $W_{D,j}(l) = 1$ 、そうでない場合に0とする多数決規則 (majority rule) を使用して $\{W_{D,j}\}$ を求める。ここに、 $\text{round}(\cdot)$ は、整数演算への丸めを表し、 $W_{D,j}$ はその結果のデコードされたベクトルで、

【0199】

【数18】

$$Y_{i_j}$$

【0200】の近傍から導かれるものである。

【0201】 $\max_j d(W_{D,j}, W_j) < T$ の場合に透かしが存在し、そうでない場合には存在しないと宣言する。

【0202】完全ブラインド方式透かしエンコード：

【0203】

【数19】

$$\tilde{L} \ll L \text{ となる長さ } \tilde{L}$$

【0204】のM個のランダム2進数ベクトル h_j , $1 \leq j \leq M$ を生成する。

【0205】 $H(X_i)$, $1 \leq i \leq N$ を求める。

【0206】

【数20】

$$1 \leq k \leq \tilde{L}$$

【0207】について

【0208】

【数21】

$$h_i^x(k)$$

【0209】が $H(X_i)$ の l_k 番目の要素となり、

【0210】

$$h_{j_k}^x = h_j, \quad 1 \leq k \leq N_j \text{ となるようなフレーム } X_{j_k}$$

【0216】を求める。ここで N_j は、ランダム2進数ベクトル h_j が入力ビデオのハッシュ値と一致する場所の数である。

【0217】

【数25】

$$\text{各 } X_{j_k}$$

【0218】について、半大域的統計量、その量子化値および対応する符号ベクトルを計算し、異なる近傍同士は重なり合わないような透かし近傍幅をランダムに求め

$$\text{フレーム } X_{j_k+l_j} \text{ について、対応する符号ベクトル } s_{j_k}$$

【0222】と各 j , $1 \leq j \leq M$ について量子化ステップサイズ $\Delta_j f(l_j/W_j)$, $-W_j \leq l_j \leq W_j$, $1 \leq k \leq N_j$ を使用して透かし W_j を埋め込む。透かし埋め込みにQIM透かし技術を使用する。ここで、クオンタイザステップサイズ $\{\Delta_j\}$ はユーザ側で入力する正のパラメータである。

【0223】透かしデコード：長さ N_Y の入力ビデオ $\{Y_i\}$ が与えられたとすると、すべての i についてハッシュ値 $H(Y_i)$ を計算する。

【0224】

【数28】

$$1 \leq k \leq \tilde{L} \text{ について } h_i^y(k)$$

【0225】が $H(Y_i)$ の l_k 番目の要素となり、

【0226】

【数29】

$$\{l_1, l_2, \dots, l_{\tilde{L}}\}$$

【0227】が上のエンコードで求めた $\{1, 2, \dots, L\}$ の同じサブセットであるような長さ

【0228】

【数30】

【数22】

$$\{l_1, l_2, \dots, l_{\tilde{L}}\}$$

【0211】が $\{1, 2, \dots, L\}$ のランダムな部分集合であるような長さ

【0212】

【数23】

$$\tilde{L} \text{ の } h_i^x,$$

【0213】 $1 \leq i \leq N$ を求める。

【0214】各 j , $1 \leq j \leq M$ について、各 j , $1 \leq j \leq M$ について

【0215】

【数24】

る（部分的ブラインド方式のエンコード部分の一部に似ている）。

【0219】

【数26】

s_{j_k} を X_{j_k} に対する符号ベクトルとし、 W_j を X_{j_k}

【0220】に対する透かし近傍幅とする（特定の j に対しすべての k について同じ）。

【0221】

【数27】

$$\tilde{L} \text{ の } h_i^y,$$

【0229】 $1 \leq i \leq N_Y$ を求める。

【0230】各 j , $1 \leq j \leq M$ について、

【0231】

【数31】

$$h_{j_k}^y = h_j, \quad 1 \leq k \leq \tilde{N}_j,$$

【0232】 $1 \leq j \leq M$ となるようなフレーム

【0233】

【数32】

$$Y_{j_k} \text{ を求める。ここで、 } \tilde{N}_j$$

【0234】は、ランダム2進数ベクトル h_j が入力ビデオのハッシュ値と一致する場所の数である。

【0235】各フレーム

【0236】

【数33】

$$Y_{j_k+l_j}, \quad -\alpha_j W_j \leq l_j \leq \alpha_j W_j, \quad 1 \leq k \leq \tilde{N}_j,$$

【0237】 $1 \leq j \leq M$ について、QIM透かし技術を使用し、 $\Delta_j f(l_j/W_j)$ をクオンタイザステップ

サイズとして使用して透かしデコードを実行する。ここで $0 < \alpha_j \leq 1$ はユーザが決定するパラメータである。デコードされたベクトルを

【0238】

【数34】

$\{W_{D,j_k,l_j}\}$ とする。

$\{W_{D,j_k,l_j}\}$

$$\sum_{\tilde{k}=1}^{\tilde{N}_j} \sum_{l_j=-\text{round}(\alpha_j W_j)}^{\text{round}(\alpha_j W_j)} W_{D,j_k,l_j}(m) > \tilde{N}_j \text{round}(\alpha_j W_j)$$

【0241】の場合に $W_{D,j}(m) = 1$ 、そうでない場合に 0 とする多数決規則を使用して $\{W_{D,j}\}$ を求める。ここに、 $\text{round}(\cdot)$ は、整数演算への丸めを表し、 $W_{D,j}$ はその結果のデコードされたベクトルで、可能なすべての

【0242】

【数36】

$\tilde{k} \in \{1, 2, \dots, \tilde{N}_j\}$ にわたって Y_{j_k}

【0243】の近傍から導かれるものである。

【0244】 $\max_j d(W_{D,j}, W_j) < T$ の場合に透かしが存在し、そうでない場合には存在しないと宣言する。

【0245】人為的視覚効果の減少

両方の方式で、所定の中心フレームに関して、透かしが近傍内に埋め込まれる。これは、QIM透かし技術を使用する。このプロセスでは、符号ベクトルは、中心フレームから導出されるもので、人為的視覚効果の減少に関して重要な役割を果たす場合がある。特定の統計量に関して、所定のフレームについて一方が高い値に量子化され、近傍フレームについて一方が低い値に量子化されると、軽い「フリッカ効果」が生じる。この効果を最小限に抑えるために、固定符号ベクトルを使用できる。このベクトルは、近傍の範囲全体に対し使用される。

【0246】コンピューティングシステムと環境の例図9は、例示的ビデオウォーターメーカーが本明細書で説明しているように（完全にまたは部分的に）実施できる適当なコンピューティング環境900の例を示している。コンピューティング環境900は、本明細書で説明しているコンピュータおよびネットワークアーキテクチャで利用できる。

【0247】コンピューティング環境例900は、コンピューティング環境の一例にすぎず、コンピュータおよびネットワークアーキテクチャの使用または機能の範囲に関する限定を示唆するものではない。このコンピューティング環境900は例のコンピューティング環境900で示されているコンポーネントのいずれかまたは組み合わせに関して従属している、あるいは必要であるとは解釈すべきではない。

【0248】この例示的ビデオウォーターメーカーは、

【0239】が与えられたとして、

【0240】

【数35】

他の多数の汎用または専用のコンピューティングシステム環境または構成でも実施できる。使用するのに適していると思われるよく知られているコンピューティングシステム、環境、構成の例として、パソコン、サーバコンピュータ、シンクライアント、シッククライアント、携帯またはラップトップデバイス、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサベースのシステム、セットトップボックス、プログラム可能家電製品、ネットワークPC、ミニコン、メインフレームコンピュータ、上記システムまたはデバイスを含む分散コンピューティング環境などがある。

【0249】例示的ビデオウォーターメーカーは、コンピュータによって実行されるプログラムモジュールなどのコンピュータ実行可能命令の一般的文脈において説明できる。一般に、プログラムモジュールには、特定のタスクを実行する、あるいは特定の抽象データ型を実施するルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、データ構造などが含まれる。例示的ビデオウォーターメーカーは、さらに、通信ネットワークを介してリンクされているリモート処理デバイスによってタスクが実行される分散コンピューティング環境で実用することもできる。分散コンピューティング環境では、プログラムモジュールをメモリ記憶デバイスを含むローカルとリモートの両方のコンピュータ記憶媒体に配置できる。

【0250】コンピューティング環境900は、汎用コンピューティングデバイスをコンピュータ902の形態で備える。コンピュータ902のコンポーネントは、1つまたは複数のプロセッサまたは処理ユニット904、システムメモリ906、およびプロセッサ904を含むさまざまなシステムコンポーネントをシステムメモリ906に結合するシステムバス908を備えるがこれに限られるわけではない。

【0251】システムバス908は、メモリバスまたはメモリコントローラ、周辺機器バス、グラフィック専用高速バス、およびさまざまなバスアーキテクチャを使用するプロセッサまたはローカルバスを含む数種類のバス構造のうち1つまたは複数を表す。たとえば、前記アーキテクチャには、Industry Standard Architecture (ISA) バス、Micro Channel Architecture (MC

A) バス、Enhanced ISA (EISA) バス、Video Electronics Standards Association (VESA) ローカル・バス、およびMezzanineバスとも呼ばれるPeripheral Component Interconnect (PCI) バスがある。

【0252】コンピュータ902は通常、多数のコンピュータ読み取り可能媒体を備える。このような媒体は、コンピュータ902によってアクセス可能な利用可能な媒体でよく、揮発性および不揮発性媒体、取り外し可能および取り外し不可能媒体がある。

【0253】システムメモリ906は、ランダムアクセスメモリ (RAM) 910などの揮発性メモリおよび／または読み取り専用メモリ (ROM) 912などの不揮発性メモリの形態のコンピュータ読み取り可能媒体を含む。起動時などにコンピュータ902内の要素間の情報伝送を助ける基本ルーチンを含む基本入出力システム (BIOS) 914は、ROM 912に格納される。RAM 910は、通常、処理ユニット904に即座にアクセス可能な、また現在操作されているデータやプログラムモジュールを含む。

【0254】コンピュータ902はさらに、その他の取り外し可能／取り外し不可能、揮発性／不揮発性コンピュータ記憶媒体も備えることができる。たとえば、図9は、取り外し不可能不揮発性磁気媒体 (図には示されていない) への読み書きを行うハードディスクドライブ916、取り外し可能不揮発性磁気ディスク920 (たとえば「フロッピー (R) ディスク」) への読み書きを行う磁気ディスクドライブ918、およびCD-ROM、DVD-ROM、またはその他の光媒体などの取り外し可能不揮発性光ディスク924への読み書きを行う光ディスクドライブ922を示す。ハードディスクドライブ916、磁気ディスクドライブ918、および光ディスクドライブ922は、それぞれ、1つまたは複数のデータ媒体インタフェース926によりシステムバス908に接続される。それとは別に、ハードディスクドライブ916、磁気ディスクドライブ918、および光ディスクドライブ922は、1つまたは複数のインタフェース (図には示されていない) によりシステムバス908に接続できる。

【0255】ディスクドライブおよび関連コンピュータ読み取り可能媒体は、コンピュータ902用のコンピュータ読み取り可能命令、データ構造、プログラムモジュール、およびその他のデータを格納する不揮発性ストレージを備える。例では、ハードディスク916、取り外し可能磁気ディスク920、および取り外し可能光ディスク924が示されているが、磁気カセットまたはその他の磁気ストレージデバイス、フラッシュメモリカード、CD-ROM、デジタル多用途ディスク (DVD) またはその他の光ストレージ、ランダムアクセスメモリ

(RAM)、読み取り専用メモリ (ROM)、電氣的消去可能プログラム可能読み取り専用メモリ (EEPROM) などのコンピュータによってアクセス可能なデータを格納できる他のタイプのコンピュータ読み取り可能媒体も、コンピューティングシステムおよび環境の例を実施するために利用できることは理解できるであろう。

【0256】ハードディスク916、磁気ディスク920、光ディスク924、ROM 912、および／またはRAM 910には、たとえば、オペレーティングシステム926、1つまたは複数のアプリケーションプログラム928、その他のプログラムモジュール930、およびプログラムデータ932を含む、プログラムモジュールをいくつでも格納できる。このようなオペレーティングシステム926のそれぞれ、1つまたは複数のアプリケーションプログラム928、他のプログラムモジュール930およびプログラムデータ932 (またはその組み合わせ) は、信号取得部、領域ロケータ、領域定義部、領域マーカー、信号マーカー、フレームロケータ、同期部、および透かし検出部の実施形態を含むことができる。

【0257】ユーザは、キーボード934およびポインティングデバイス936 (たとえば、「マウス」) などの入力デバイスを介してコンピュータ902にコマンドおよび情報を入力できる。他の入力デバイス938 (特に示されていない) としては、マイク、ジョイスティック、ゲームパッド、衛星放送受信アンテナ、シリアルポート、スキャナなどがある。これらの入力デバイスやその他の入力デバイスは、システムバス908に結合されている入力／出力インタフェース940を介して処理ユニット904に接続されるが、パラレルポート、ゲームポート、またはユニバーサルシリアルバス (USB) などの他のインタフェースおよびバス構造により接続することもできる。

【0258】モニタ942またはその他のタイプの表示デバイスも、ビデオアダプタ944などのインタフェースを介してシステムバス908に接続できる。モニタ942の他に、入力／出力インタフェース940を介してコンピュータ902に接続可能な、スピーカ (図には示されていない) およびプリンタ946などの他の出力周辺デバイスもある。

【0259】コンピュータ902は、リモートコンピューティングデバイス948などの1つまたは複数のリモートコンピュータへの論理接続を使用してネットワーク環境で動作することもできる。たとえば、リモートコンピューティングデバイス948としては、パーソナルコンピュータ、携帯型コンピュータ、サーバ、ルータ、ネットワークコンピュータ、ピアデバイス、またはその他の共通ネットワークノードなどがある。リモートコンピューティングデバイス948は、コンピュータ902に関して本明細書で説明している要素および機能の多くま

たはすべてを備えることができる携帯型コンピュータとして示されている。

【0260】コンピュータ902とリモートコンピュータ948との間の論理的接続は、ローカルエリアネットワーク（LAN）950および一般的なワイドエリアネットワーク（WAN）952として示されている。このようなネットワーキング環境は、事務所、企業規模のコンピュータネットワーク、イントラネットおよびインターネットではよくある。

【0261】LANネットワーキング環境に実施する場合は、コンピュータ902はネットワークインタフェースまたはネットワークアダプタ954を介してローカルネットワーク950に接続される。WANネットワーキング環境に実施する場合は、コンピュータ902は通常、モデム956またはワイドネットワーク952上で通信を確立するためのその他の手段を備える。モデム956は、コンピュータに内蔵でも外付けでもよいが、入力／出力インタフェース940またはその他の適切なメカニズムを介してシステムバス908に接続できる。図示されているネットワーク接続は例であり、コンピュータ902と948の間に通信リンクを確立するその他手段を使用できることは理解されるであろう。

【0262】コンピューティング環境900で示されているようなものなどのネットワーク環境では、パーソナルコンピュータ902またはその一部に関して示されているプログラムモジュールは、リモートメモristレージデバイスに格納できる。たとえば、リモートアプリケーションプログラム958は、リモートコンピュータ948のメモリデバイスに常駐する。説明のため、アプリケーションプログラムおよびオペレーティングシステムなどのその他の実行可能プログラムコンポーネントは、ここでは離散ブロックとして示されているが、このようなプログラムおよびコンポーネントはさまざまなときにコンピューティングデバイス902の異なるストレージコンポーネントに常駐し、コンピュータのデータプロセッサによって実行されることは理解されるであろう。

【0263】コンピュータ実行可能命令

例示的ビデオウオーターメーカーの実施については、1つまたは複数のコンピュータまたはその他のデバイスによって実行される、プログラムモジュールなどのコンピュータ実行可能命令の一般的文脈において説明できる。一般に、プログラムモジュールには、特定のタスクを実行する、あるいは特定の抽象データ型を実施するルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、データ構造などが含まれる。通常、プログラムモジュールの機能をさまざまな実施形態での必要に応じて組み合わせるか、または分散させることができる。

【0264】操作環境の例

図9は、例示的ビデオウオーターメーカーを実施できる適当な操作環境900の例を示している。特に、本明細

書で説明している例示的ビデオウオーターメーカーは、図9またはその一部の任意のプログラムモジュール928～930および／またはオペレーティングシステム926により（全部または一部）実施できる。

【0265】操作環境例は、適当な操作環境の一例にすぎず、本明細書で説明する例示的ビデオウオーターメーカーの使用または機能の範囲に関する限定を示唆するものではない。使用するのに適している他のよく知られているコンピューティングシステム、環境、構成として、パーソナルコンピュータ（PC）、サーバ・コンピュータ、携帯またはラップトップデバイス、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサベースのシステム、プログラム可能家電製品、無線電話および機器、汎用および専用電気器具、特定用途向け集積回路（ASIC）、ネットワークPC、ミニコン、メインフレームコンピュータ、上記システムまたはデバイスを含む分散コンピューティング環境などがあるが、これらに限られるわけではない。

【0266】コンピュータ読み取り可能媒体

例示的ビデオウオーターメーカーの実施は、ある形式のコンピュータ読み取り可能媒体に格納またはある形式のコンピュータ読み取り可能媒体を介して送信することができる。コンピュータ読み取り可能媒体は、コンピュータによってアクセス可能な媒体であればどのようなものでも利用できる。たとえば、コンピュータ読み取り可能媒体として、「コンピュータストレージ媒体」や「通信媒体」などがあるが、これらに限られるわけではない。

【0267】「コンピュータストレージ媒体」には、揮発性および不揮発性の取り外し可能および取り外し不可能媒体が含まれ、コンピュータ読み取り可能命令、データ構造、プログラムモジュール、またはその他のデータなどの情報の記憶用の方法または技術で実施されている。コンピュータストレージ媒体には、RAM、ROM、EEPROM、フラッシュメモリまたはその他のメモリ技術、CD-ROM、デジタル多用途ディスク（DVD）、またはその他の光ストレージ、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスクストレージまたはその他の磁気ストレージデバイス、または目的の情報の格納に使用でき、コンピュータによってアクセスできる他の媒体があるが、これらに限られるわけではない。

【0268】「通信媒体」は通常、コンピュータ読み取り可能命令、データ構造、プログラムモジュール、またはキャリア波やその他の搬送メカニズムなど変調データ信号にその他のデータを具現化したものである。通信媒体は、情報配信媒体も含む。

【0269】「変調データ信号」とは、情報を信号内にエンコードするなどの方法で1つまたは複数の特性を設定または変更する信号のことである。たとえば、これには限らないが、通信媒体は有線ネットワークまたは直接有線接続などの有線媒体および音響、RF、赤外線、お

よびその他の無線媒体などの無線媒体を含む。上記の組み合わせも、コンピュータ読み取り可能媒体の範囲に含まれる。

【0270】結論

本発明は、構造機能および／または方法論的ステップに特に向いている言語で説明されているが、請求項で定められている発明は必ずしも説明した特定の機能やステップに限定されるわけではないことを理解すべきである。むしろ、特定の機能およびステップは、本発明の実装の好ましい形態として開示されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】ビデオシーケンスのフレーム（つまり画像）を示す図である。

【図2】シーケンス領域の透かしの「プラトー」形状を示す図であり、これは、本発明の実施による透かしの入っているシーケンス領域の例を示す図である。

【図3】ビデオ信号の複数のプラトー形状シーケンス領域を示す図であり、これは、本発明の実施による信号の複数の透かし入りシーケンス領域の例を示す図である。

【図4】本発明の実施によるビデオ透かしアーキテクチャを示す概略ブロック図である。

【図5】本発明の実施によるビデオ透かし埋め込みシステムを示す概略ブロック図である。

【図6】本発明の方法論的实施（たとえば、ビデオ透かし埋め込み）を図解した流れ図である。

【図7】本発明の実施によるビデオ透かし検出システムを示す概略ブロック図である。

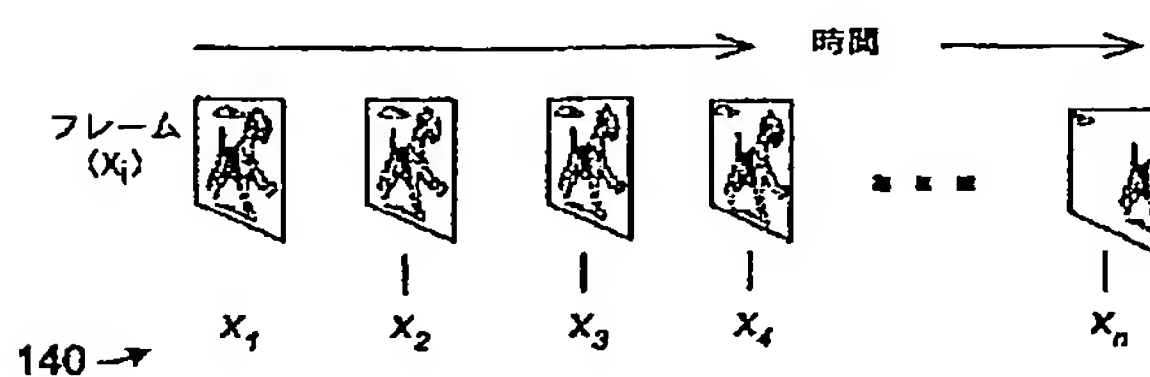
【図8】本発明の方法論的实施（たとえば、ビデオ透かし検出）を図解した流れ図である。

【図9】本発明の実施を（全部または部分的に）実施することができるコンピューティング操作環境の例を示す図である。

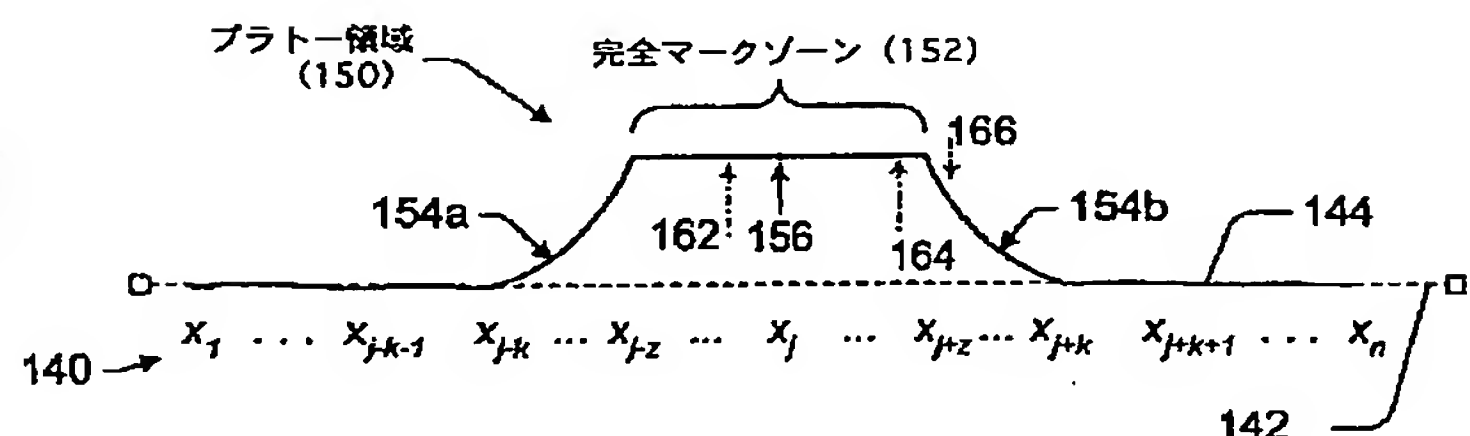
【符号の説明】

- 140 フレーム
- 142 水平の破線
- 144 実線（ビデオ信号）
- 150 プラトー領域
- 154a リーディングエッジ
- 154b トレーリングエッジ
- 200 ビデオ透かし入れアーキテクチャ
- 222 コンテンツプロデューサ／プロバイダ
- 224 ネットワーク
- 226 クライアント
- 230 コンテンツストレージ
- 232 透かし埋め込みシステム
- 234 配布サーバ
- 240 プロセッサ
- 242 メモリ
- 244 コンテンツ出力デバイス
- 250 オペレーティングシステム
- 252 透かし検出システム
- 254 コンテンツローダ
- 300 例示的ビデオ透かし埋め込みシステム
- 310 信号取得部
- 320 領域ロケータ
- 330 領域定義部
- 340 領域マーカ
- 500 ビデオ透かし検出システム
- 505 ビデオ信号
- 510 信号取得部
- 520 フレームロケータ
- 530 透かし検出部
- 928 アプリケーションプログラム

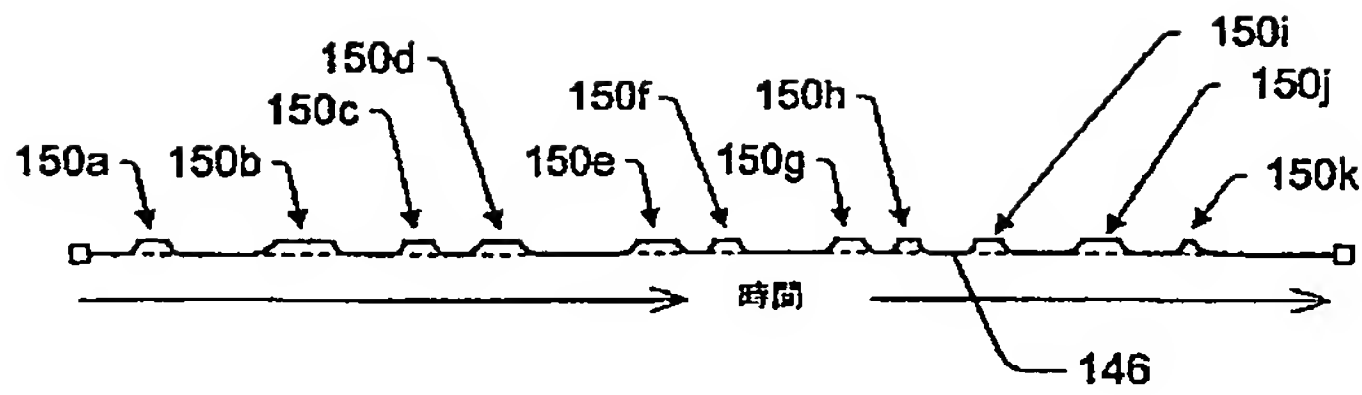
【図1】



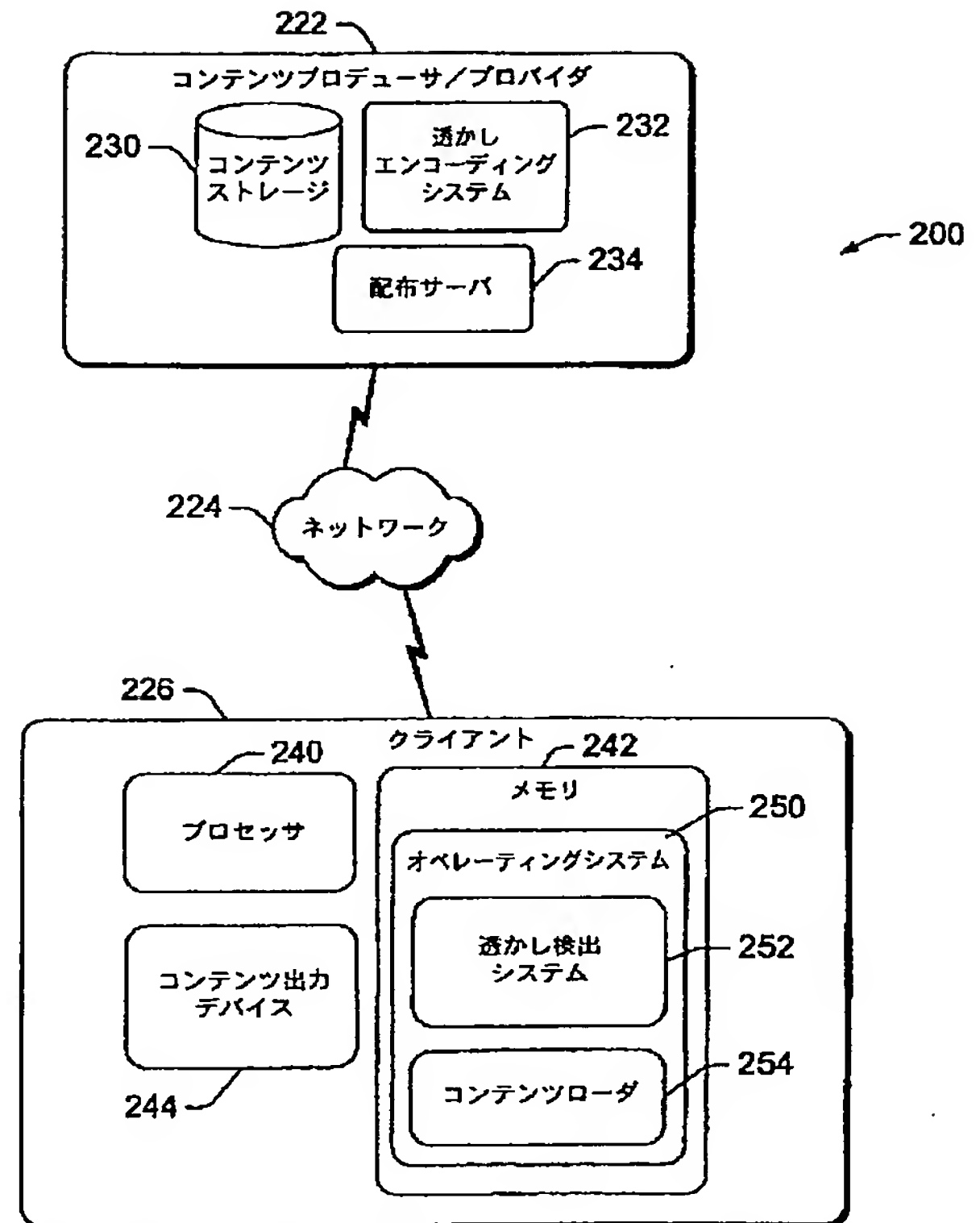
【図2】



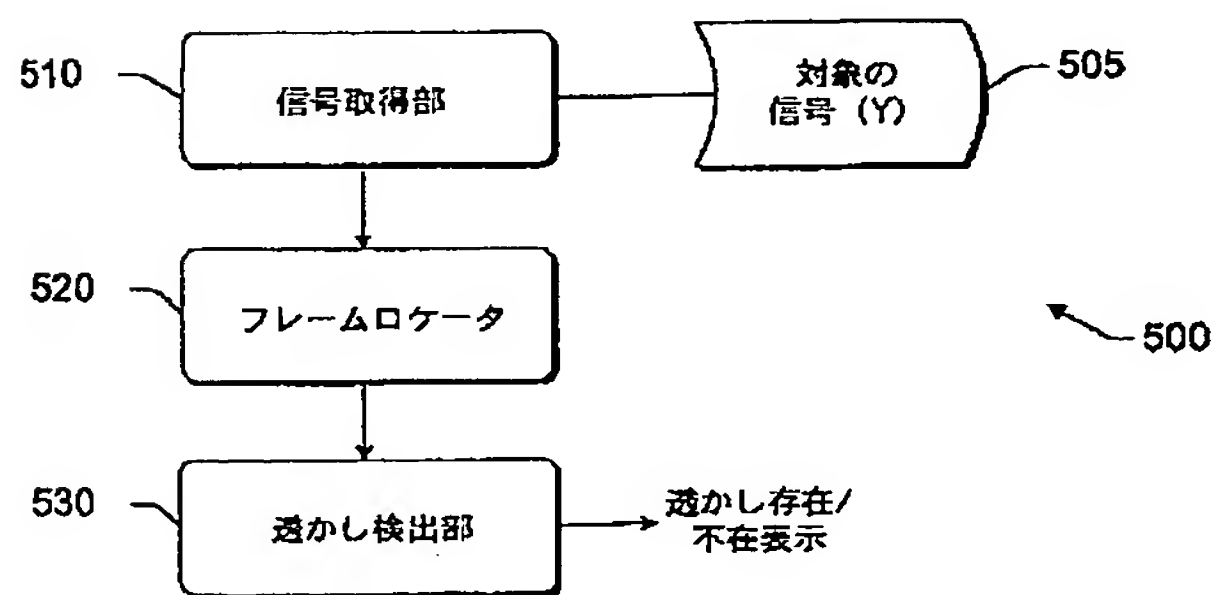
【図3】



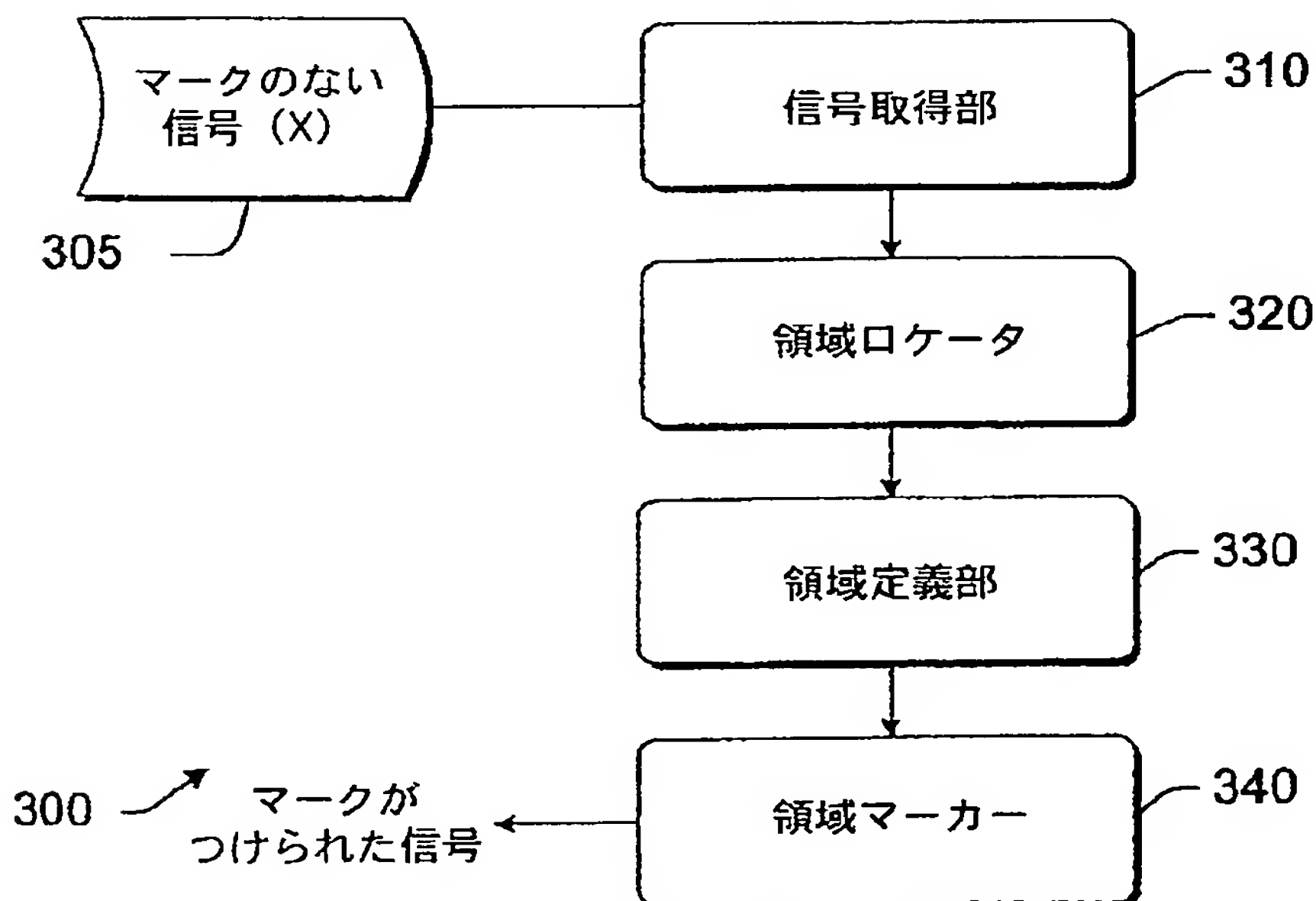
【図4】



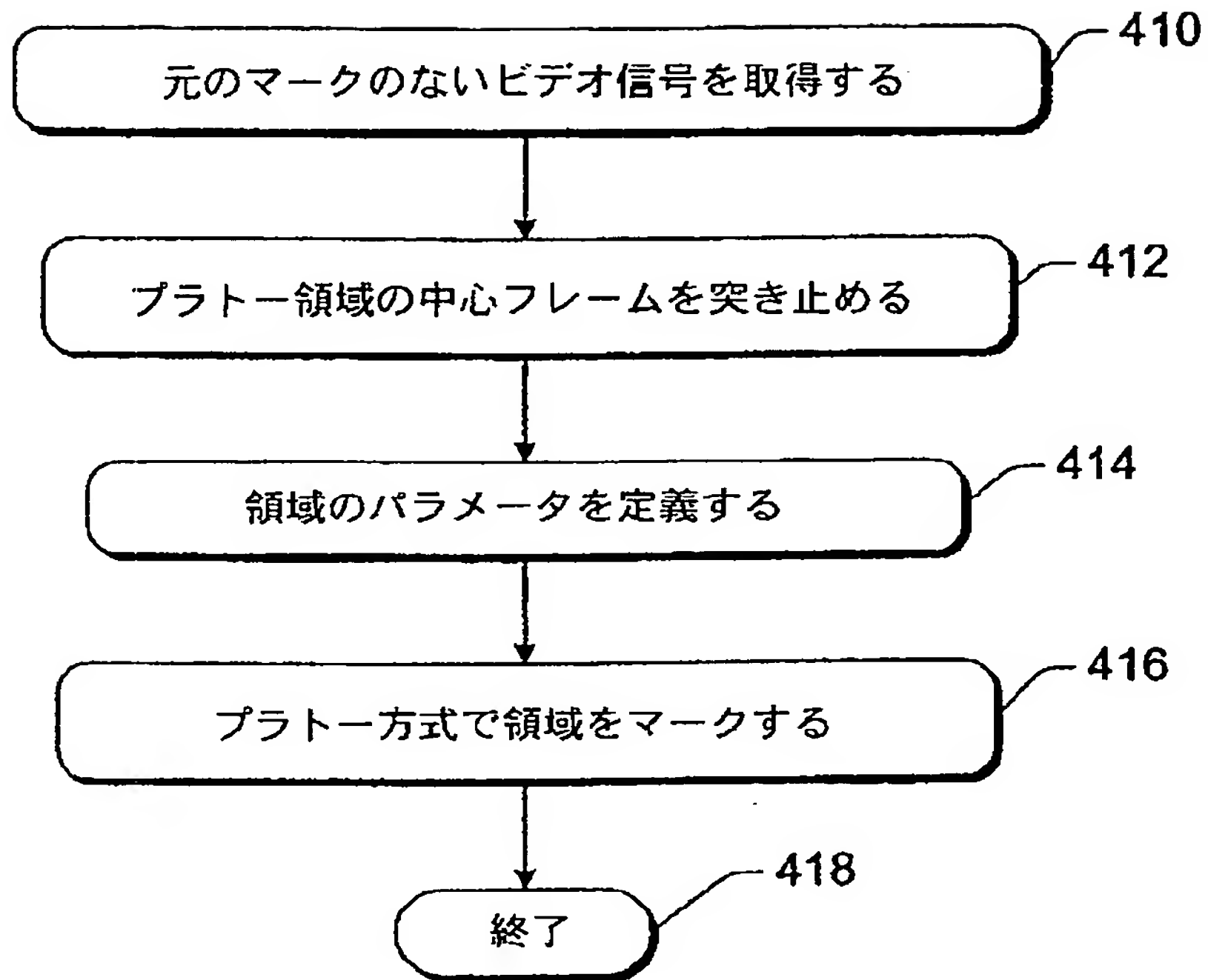
【図7】



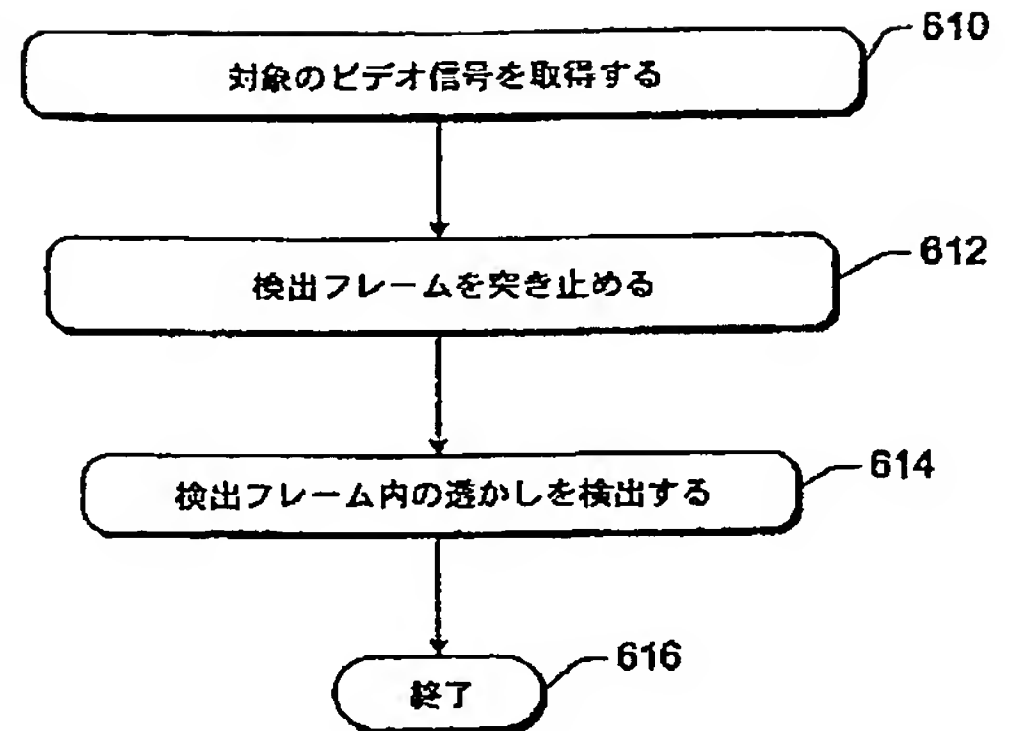
【図5】



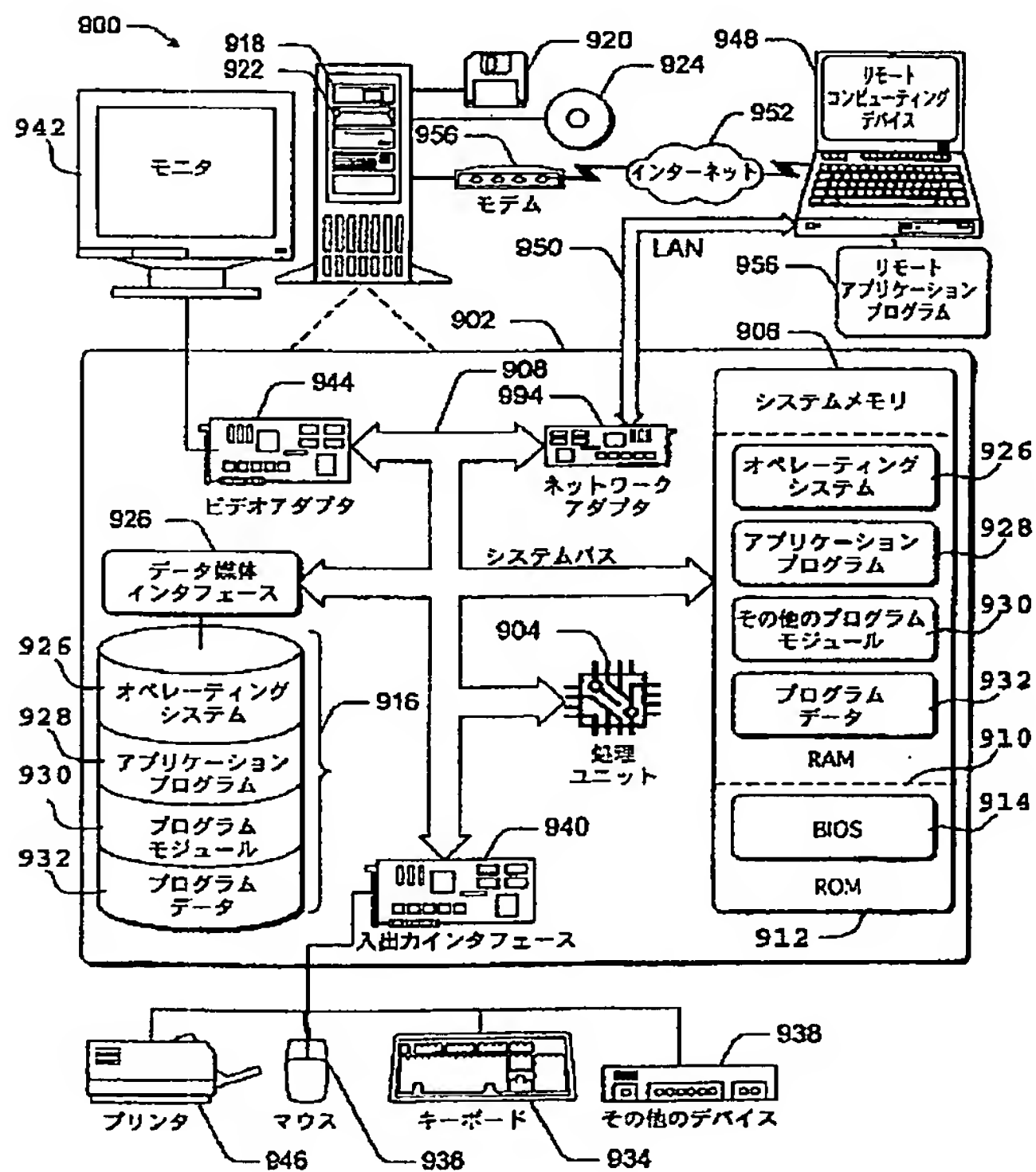
【図 6】



【図 8】



【図 9】



(72) 発明者 ラマラスナム ベンカテサン
アメリカ合衆国 98052 ワシントン州
レッドモンド ノースイースト 22 コー
ト 17208

(72) 発明者 ミカク エム. キバンク
アメリカ合衆国 61801 イリノイ州 ア
ーバナ ウェスト クラーク 1007 アパ
ートメント 18
Fターム(参考) 5C063 AB03 AB05 AC01 AC10 CA23
DA07 DA13
5J104 AA14 PA14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.